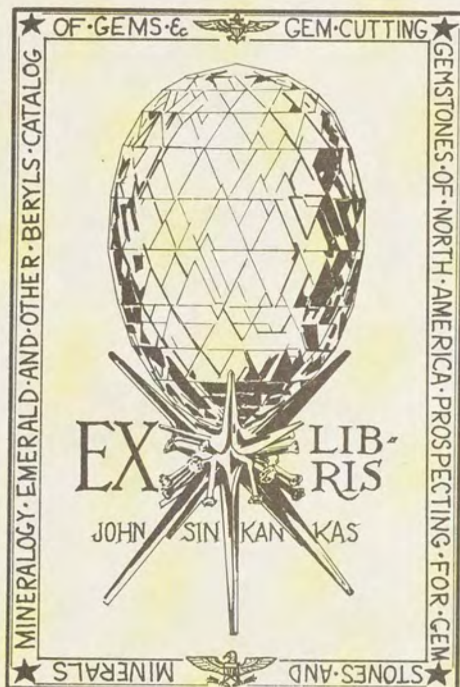
Reinisch

Petrographisches Praktikum II

Dritte Auflage

Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika Band 3


MINERALOGY · EMERALD · AND · OTHER · BERYLS · CATALOG
OF · GEMS · &c
GEM · CUTTING
GEMSTONES · OF · NORTH · AMERICA · PROSPECTING · FOR · GEM
STONES · AND
MINERALS
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS

C. E. Tilley

SAMMLUNG NATURWISSENSCHAFTLICHER PRAKTIKA. BAND III

PETROGRAPHISCHES PRAKTIKUM

VON

R. REINISCH

ZWEITER TEIL:

GESTEINE

MIT 76 ABBILDUNGEN IM TEXT

DRITTE AUFLAGE

BERLIN
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER
W 35 SCHÖNEBERGER UFER 12a
1920

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.

INHALT

I. ERUPTIVGESTEINE

A. ALKALI-KALKGESTEINE

B. ALKALIGESTEINE

II. SEDIMENTGESTEINE

III. METAMORPHE GESTEINE

A. KONTAKTGESTEINE

B. KRISTALLINE SCHIEFER

Um Mineralbestand, Struktur, chemische Zusammensetzung und geologische Verhältnisse eines Gesteins zu bestimmen und daraus seine Bildungsweise und seine Stellung im System zu erschließen, bedient man sich mineralogischer, chemischer und geologischer Untersuchungsmethoden. Die Ermittelungen werden teils im Felde, teils im Laboratorium, mit bloßem Auge oder mit mancherlei Hilfsmitteln ausgeführt. Regel ist, daß eine gründliche makroskopische Untersuchung allen anderen Vornahmen vorausgeht. Einige Erfahrung im makroskopischen Bestimmen von Gesteinen ist namentlich bei Arbeiten im Felde unerläßlich.

I. ERUPTIVGESTEINE.

Eruptivgesteine sind aus Schmelzfluß (Magma) erstarrt und zeigen eine bestimmte Ausscheidungsfolge ihrer Gemengteile. Durch frühzeitige Spaltung entstanden besonders zwei große Magmagruppen, deren eine die Alkali-Kalkgesteine (pazifische Sippe), die andere die Alkaligesteine (atlantische Sippe) lieferte. Dabei kann sich das Magma in jeder Gruppe je nach den Erstarrungsbedingungen als Tiefengestein oder als Ergußgestein verfestigen.

A. ALKALI-KALKGESTEINE.

Die Alkali-Kalkgesteine sind mineralogisch durch völliges Fehlen von Anorthoklas, Leucit, Nephelin, Sodalithmineralien, Melilith, Natronamphibolen und -pyroxenen, chemisch dadurch gekennzeichnet, daß die Molekularsumme ($K_2O + Na_2O$) stets kleiner ist als der Molekularwert von Al_2O_3. Sie haben ebenso wie die Alkaligesteine ihre eigenen Verbreitungsbezirke, d. i. selbständige petrographische Provinzen inne.

a) TIEFENGESTEINE.

Das Magma ist in größerer Erdtiefe unter einer mächtigen Gesteinsdecke langsam und bei ganz allmählicher Abgabe seiner Gase erstarrt. Die so entstandenen Gesteine sind vollkristallin

(holokristallin) und bei normaler Ausbildung gleichmäßig körnig struiert; die Kristallisation der Gemengteile erfolgt in einem Zuge, nicht in zwei Kristallisationsperioden, wie normalerweise bei den Ergußgesteinen. Sie bilden Lakkolithe, Stöcke, Intrusivlager und Gänge, nie effusive Lagerungsformen. Blasige oder schlackige Oberflächenformen sowie Tuffe fehlen. Die langsam entweichenden Gase bringen im Verein mit der hohen Temperatur ausgedehnte Kontaktwirkungen in geeignetem Nebengestein hervor.

Zu den Tiefengesteinen der Alkali-Kalkreihe gehören 1. gewöhnlicher Granit (Kalk-Alkaligranit), 2. gewöhnlicher Syenit (Kalk-Alkalisyenit), 3. Diorit, 4. Gabbro und Norit, 5. feldspatfreie Gesteine (Peridotit, Pyroxenit, Hornblendit).

Dies ist eine Reihe von sauren, an hellen Gemengteilen reichen, deshalb lichten und spezifisch leichten Gesteinen zu basischen, dunklen und spezifisch schweren, in welchen die dunklen Gemengteile (bis zum ausschließlichen Vorwiegen) herrschen. Granite und Syenite enthalten neben Kalifeldspat auch Kalk-Natronfeldspat; Diorite, Gabbro und Norite nur Natron-Kalkfeldspat; Pyroxenite und Peridotite sind feldspatfrei. Von dunklen Gemengteilen ist in Graniten Glimmer vorherrschend, in Syeniten und Dioriten Hornblende, in Gabbro, Noriten und Pyroxeniten Pyroxen, in Peridotiten Olivin.

1. KALK-ALKALI-GRANIT.

Mineralbestand. Betrachtet man eine Reihe verschiedener Kalk-Alkaligranite, so erkennt man schon mit bloßem Auge oder einer Lupe als wesentliche Gemengteile Kalifeldspat, Plagioklas und ein oder einige Glieder der Glimmer-, Amphibol- oder Pyroxengruppe. Als akzessorische, erst unter dem Mikroskope wahrnehmbare Gemengteile sind Apatit, Zirkon und spärliche Eisenerze allgemein verbreitet. Ein genaueres makroskopisches und mikroskopisches Studium zeigt folgendes:

Von Kalifeldspaten finden sich Orthoklas und Mikroklin. Der Orthoklas ist meist weiß oder rot (durch Eisenglanz auf Spältchen oder durch gleichmäßig verteiltes, staubförmiges Eisenoxyd), seltener grünlich oder bläulich gefärbt, in unfrischen Gesteinen gelblich. Seine Kristalle sind gewöhnlich dicktafelig nach M, selten säulenförmig nach der a-Achse, oft Karlsbader Zwillinge (schon im Handstücke am ungleichen Einspiegeln der beiden Hälften zu erkennen), vereinzelt auch Bavenoer Zwillinge. Mikroperthitische Ausbildung ist verbreitet, Mikropegmatit, oft mit wurmförmig gekrümmten Quarzstengeln, meist auf kleine Partien und auf den Rand der Orthoklase beschränkt. Umwandlungsprodukte sind hauptsächlich Kaolin

und Muscovit (Sericit), dessen Schüppchen bald regellos, bald parallel einer oder beiden Hauptspaltrichtungen des Orthoklases liegen und dann z. B. in Schnitten nach (100) zwei aufeinander senkrecht stehende Systeme bilden. — Gegitterter Mikroklin kommt gewöhnlich neben Orthoklas vor, kann ihn aber auch ganz ersetzen; er ist meist frischer und z. T. offenbar jünger als dieser. Perthitische Ausbildung ist nicht selten.

Kalk-Natronfeldspat, meist Oligoklas oder Andesin, grau, grünlich, seltener rötlich, ist makroskopisch oft an der feinen Zwillingsriefung kenntlich; Kristalle nach M tafelig, polysynthetisch verzwillingt nach dem Albitgesetz, seltener auch nach dem Periklingesetz, oft wiederum nach Karlsbader Art; Zonenbau mit der basischeren Mischung innen ist verbreitet, die Kristallform gewöhnlich besser als bei Orthoklas; wenn mit diesem parallel verwachsen, liegt meist Plagioklas innen (umgekehrt z. B. im Granit von Schreiberhau im Riesengebirge: Orthoklas rot, Plagioklas weiß; im Rapakiwi: Orthoklas rot, Plagioklas grünlich). Mit dem Gehalt des Granits an dunklen Gemengteilen nimmt die Menge des Plagioklases zu und kann die des Orthoklases übertreffen. Die Verwitterung liefert sericitischen Glimmer oder Kaolin; der Kalkgehalt scheidet sich als Carbonat oder als Epidot ab.



Abb. 1. Hornblendegranit (nordisches Geschiebe der Gegend von Leipzig) mit xenomorphem Quarz (hell), Feldspaten (trübe) und Hornblende (dunkel). Vergr. 20.

Quarz, rauchgrau im Handstücke, seltener bläulich (südl. Schweden; sogen. Rumburggranit der Südlausitz u. a.), auch rot durch Eisenglanz, erfüllt meist xenomorph (allotriomorph) als letztes Verfestigungsprodukt die Lücken zwischen anderen Gemengteilen (Abb. 1); mehr automorph (idiomorph) als rundliche Körner im Feldspat liegend oder in ihn hineingreifend kommt er besonders in sauren Graniten vor. Außer zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen

(bisweilen mit Würfelchen) führt er Gasporen, Apatit- und Zirkonsäulchen, mitunter feine dunkle Nädelchen, die als Rutil gelten; Glaseinschlüsse fehlen; eine Ausnahme bilden tertiäre Andengranite sowie manche Rand- und Apophysenfazies; im Quarz des Granits vom Monte Mulatto, Südtirol, sind sie sekundär.

Glimmer tritt in mehreren Arten auf: dunkelbrauner, dunkelgrüner bis schwarzer Biotit mit Apatit- und Zirkoneinschlüssen, um letztere pleochroitische Höfe; die Verwitterung, oft lagenweise einsetzend, liefert meist Chlorit, wobei sich der Titangehalt als sagenitische Rutilgitter ausscheiden kann, auch Epidot. Gebleichter Biotit behält seinen kleinen Achsenwinkel und ist so von Muscovit zu unterscheiden. Besonders in topas- und zinnsteinführenden Graniten kommt ein hellblonder Lithium-Eisenglimmer (Lithionit) vor. Silberweißer oder lichtgrünlicher Muscovit findet sich in unregelmäßigen Täfelchen, rosettenförmigen Gruppen oder in Parallelverwachsung mit Biotit. In manchen Graniten ist ein Teil des Muscovits pneumatolytische Bildung in miarolitischen Drusenräumen.



Abb. 2. Biotitgranit. Hubenberg bei Pulsnitz, Sachsen. Quarz (hell), Feldspate (trübe), Biotit (schraffiert). Vergr. 15.

Hornblende ist gemeine grüne oder olivfarbene Hornblende, gewöhnlich nur in der Prismenzone kristallographisch begrenzt, oft verzwillingt nach (100), manchmal verwachsen mit Biotit, welcher mit (001) auf (110) der Hornblende liegt; Umwandlungen erfolgen in Epidot, Chlorit, Calcit, Quarz und Brauneisen.

Pyroxene sind wenig verbreitet. Am häufigsten kommt ein blaßgrüner Diopsid vor; er verwittert unter Abscheidung von Calcit und Quarz zu Chlorit oder Serpentin. Rhombischer Pyroxen (Bronzit oder Hypersthen) ist nur in einer Charnockit genannten Granitart häufig.

Von den sehr zahlreichen akzessorischen Gemengteilen sind stets vorhanden Apatit und Zirkon; in geringerer Menge finden sich Magnetit, Titaneisen, gelegentlich brauner Titanit (in Hornblendegraniten), Zinnstein und Topas (in Lithionitgranit), Turmalin (in hellen, sauren Graniten), Fluorit, Orthit, Pyrit, Magnetkies; Cordierit (Pinit) und Granat sind wohl aus eingeschmolzenem Schiefermaterial entstanden.

Sekundär sind Chlorit, Epidot, Calcit, Kaolin, Sericit, Eisenglanz, mancher Titanit, Muscovit, Quarz, Feldspat (s. Neues Jahrbuch f. Min. Beilageb. VIII, 277).

An akzessorischen Bestandmassen enthalten die Granite bisweilen metamorphosierte Einschlüsse des Nebengesteins und verschiedene Schlieren. Diese sind teils durch Anreicherung basischer (seltener heller) Gemengteile, teils durch Resorption fremder Gesteinsbruchstücke entstanden. Über Drusen s. unter Verbreitung.

Struktur. Aller Granit ist vollkristallin (holokristallin) und bei normaler Ausbildung richtungslos-körnig in der Weise, daß von den Hauptgemengteilen nur der oder die zuerst verfestigten automorph sind (Abb. 1 und 2), später erstarrte teils eigene, teils fremde Begrenzung zeigen, der zuletzt kristallisierte xenomorph ausfällt (hypidiomorph-körnige Struktur). Die Ausscheidungsfolge (Akzessorien — farbige Gemengteile — Feldspate — Quarz) läßt sich aus dem Grade der Automorphie, dem Hineingreifen eines Minerals in die Umrisse eines anderen, der Umschließung usw. feststellen; die Bildungsperioden einzelner Gemengteile verlaufen übergreifend. — Verschiedene Korngröße liefert grob-, mittel- und feinkörnige Arten. Durch einsprenglingsartiges Hervortreten größerer Orthoklas- oder Mikroklinindividuen, seltener auch von Quarz, entsteht porphyrartiger Granit (Karlsbad; Fichtelgebirge, bayrischer Wald); er bildet gern die Randzone großer granitischer Körper. Bisweilen erstarrt der Granit feindrusig und zeigt dann miarolitische Ausbildung, wobei die in die Hohlräume ragenden Kristalle nicht auf der Drusenwand aufsitzen, sondern sich in das Gesteinsgewebe hinein erstrecken; verdeckt wird diese Struktur durch Neubildung von Quarz, Feldspat, Muscovit, auch durch Ausfüllung mit Calcit (Kalkgranit). — Sphärische Bildungen zeigen die Kugelgranite (Finnland, Schweden), deren Kugeln seltener wesentlich aus Biotit, meist aus allen granitischen Gemengteilen, aber in anderen Mengenverhältnissen und bisweilen lagenweiser Verteilung bestehen; sie sind gewöhnlich basischer, selten saurer als die Hauptmasse des

Granits. — Primärflaserige bis schieferige Struktur kommt durch Fluktuation zustande und findet sich gelegentlich um Einschlüsse (Eierberg bei Pulsnitz in Sachsen), meist aber als Randpartie granitischer Massive. Nicht zu verwechseln mit dieser primären Parallelstruktur, bei welcher die Ausscheidungsfolge der Gemengteile vollkommen gewahrt bleibt, sind von dem bereits festgewordenen Gestein nachträglich erworbene, also sekundäre Parallelstrukturen, welche teils durch mechanische Auswalzung, unter allerlei Deformationen der Gemengteile und Neubildung (besonders von Sericit) hervorgebracht werden (kataklastisch veränderte Granite), teils durch Umkristallisieren bei einseitigem Druck in größerer Tiefe unter gleichzeitiger Bildung der Gemengteile zustande kommen (viele Gneise); beide sind metamorphe Gesteine.

Einteilung. Nach dem farbigen Gemengteil (einschließlich des Muscovits) unterscheidet man:

1. Biotitgranit oder Granitit, die verbreitetste Art;
2. Zweiglimmergranit oder Granit schlechthin, welcher neben Biotit merkliche Mengen von primärem Muscovit enthält;
3. Lithionitgranit mit Lithium-Eisenglimmer; er führt gern Turmalin und Topas und ist mit Zinnerzlagerstätten verknüpft überhaupt durch pneumatolytische Bildungen ausgezeichnet (Eibenstock, Geyer-Greifenstein, Zinnwald und Altenberg im Erzgebirge; Cornwall);
4. Hornblendegranit, stets muscovitfrei, meist mit etwas Biotit, auch mit Diopsid. Durch Anreicherung des Biotits entstehen Übergänge in Granitit: Biotit-Hornblendegranit und Hornblendegranitit. Hierher gehört der Rapakiwi, ein Biotit-Hornblendegranit mit Turmalin und Fluorit, ausgezeichnet durch große, eiförmige Orthoklase oder Mikrokline mit grünlicher Oligoklasrinde; desgleichen der tertiäre, sogen. Andengranit mit Glaseinschlüssen in Quarz und Feldspat;
5. Pyroxengranite: a) Hypersthengranit, hell, aus vorherrschendem Mikroperthit, Quarz, wenig Hypersthen und etwas Titaneisen (im südwestlichen Norwegen), oder aus blauem Mikroklinperthit, blauem Quarz, wenig Oligoklas bestehend, neben Hypersthen oft Diopsid und Granat führend (Ostindien, Charnockit genannt); oder b) Diopsidgranit ohne wesentlichen Biotit (Oberbruck in den Südvogesen), oder mit solchem als Diopsidgranitit (Laveline in den Vogesen; Kyffhäuser; Ilsenburg im Harz).

Was man Turmalingranit nennt, sind turmalinführende Glimmergranite (meist Lithionitgranite); die sogen. Muscovitgranite sind pegmatitische Schlieren oder Apophysen.

Chemische Zusammensetzung. Bei dem qualitativ und quantitativ wechselnden Mineralbestande der Granite schwankt auch die chemische Zusammensetzung innerhalb gewisser Grenzen, wie die folgenden Analysen zeigen. Gemeinsam ist ihnen ein hoher Gehalt an SiO_2, ein mittlerer an Al_2O_3, ein geringer an Fe-Oxyden, CaO und MgO. Die Summe von CaO und MgO ist in normalen Graniten allemal geringer als die Summe der Alkalien, der Molekularwert für Al_2O_3 größer als die Molekularsumme der Alkalien; eine Ausnahme machen gewisse Lithionitgranite, bei welchen das Verhältnis der Molekularwerte für Al_2O_3 und Alkalien nahezu oder wirklich 1 : 1 wird. Das sind Übergangsglieder nach den Alkaligraniten hin. Unter den Alkalien herrscht öfter K_2O als Na_2O vor (Molekularwerte, nicht Analysenzahlen vergleichen!); das ergibt zwei durch Übergänge miteinander verbundene Reihen, die sich im Mineralgehalt durch Überwiegen des Kali- bzw. des Kalknatronfeldspates kennzeichnen. — Man beachte das Ansteigen von CaO und MgO in den hornblende- und diopsidhaltigen Graniten und die dadurch bedingte Änderung des Verhältnisses von (CaO + MgO): Alkalien, welches sich dem der Diorite nähert.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	Summe
1.	76,44	13,78	0,97	0,07	0,34	0,75	2,76	3,50	0,38	100,08
2.	70,28	14,93	1,42	—	0,76	3,29	4,57	2,62	1,44	100,71
3.	68,58	15,67	2,95	—	1,17	2,10	2,36	5,01	1,30	99,54
4.	69,73	15,97	1,27	1,23	0,68	3,28	5,30	1,76	0,53	99,96
5.	75,31	13,23	—	1,50	0,25	0,65	2,60	5,51	0,86	99,91
6.	63,80	14,25	0,79	3,61	4,68	3,10	2,14	5,97	1,15	99,49
7.	61,93	13,18	3,63	2,31	4,59	3,48	2,67	6,11	1,14	99,04
8.	73,47	15,42	0,26	0,67	0,20	1,35	5,57	3,64	—	100,70

1. Granit. Lindenstein, Odenwald. (Mit 0,51 P_2O_5 u. 0,25 SO_3.)
2. „ Herzogenhügel, Rheinprovinz. (Mit 1,34 FeS_2.)
3. Granitit. Adalbertusfelsen bei Tetschen, Böhmen. (Mit 0,40 P_2O_5.)
4. „ Alsbacher Bruch am Melibocus, Odenwald. (Mit 0,21 P_2O_5.)
5. Lithionitgranit. Johanngeorgenstadt, Erzgebirge.
6. Hornblendegranitit. Pré de Fouchon, Vogesen.
7. Diopsidgranitit. Laveline, Vogesen.
8. Hypersthengranit. Birkrem, Südwestnorwegen.

Berechnung der Osannschen Formel. Um leichter vergleichen und besonders den Anteil erkennen zu können, welchen

Alkalifeldspate und Kalkfeldspat (bez. Feldspatvertreter) sowie die Gesamtheit der hellen gegenüber den dunklen Gemengteilen eines Gesteins nimmt, faßt man im Analysenergebnisse gewisse Molekülgruppen zusammen. Dies ist auf verschiedene Weise versucht worden; am verbreitetsten ist folgende, von Osann entwickelte Methode (s. Min. u. petrogr. Mitteil. Bd. 19, 1900, 351; Bd. 20, 1901, 399; Bd. 21, 1902, 365; Bd. 22, 1903, 322).

Unter Weglassung von H_2O (Glühverlust), CO_2, F, S und nach Umrechnung des Fe_2O_3 in FeO ermittelt man durch Division der Gewichtsprozente je durch das Molekulargewicht der betreffenden Verbindung die Molekularwerte oder liest die Zahlen aus Osanns Tabellen ab (Osann: Beiträge zur chemischen Petrographie. 1. Teil: Molekularquotienten. Stuttgart 1903); TiO_2 (ebenso P_2O_5 und ZrO_2) wird zu SiO_2, MnO zu FeO gezogen. Die Summe der erhaltenen Molekularzahlen hält sich mit wenig Ausnahmen um 150. Durch Umrechnung der gewonnenen Werte auf 100 erhält man die Molekularprozente; aus ihnen werden folgende Gruppen gebildet:

s, die Gesamtkieselsäure, ist unmittelbar durch die Molekularprozentziffer für SiO_2 gegeben.

$A = (NaK)_2O \cdot Al_2O_3$ gewinnt man durch Addition der Molekularprozente von Na_2O und K_2O, zu welchen man die gleiche Menge Al_2O_3 hinzunimmt, die von der Al_2O_3-Ziffer abgezogen wird. Der Wert A gibt in der Hauptsache den Betrag der Alkalifeldspate (oder ihrer Vertreter Leucit und Nephelin) an, in welchen Alkalien : $Al_2O_3 = 1:1$.

Wenn $(NaK)_2O > Al_2O_3$, dann wird der Alkaliüberschuß mit der gleichen Menge Fe_2O_3 als $(NaK)_2O \cdot Fe_2O_3$ zu A addiert. Das kommt besonders bei manchen Alkaligesteinen vor und ist durch Na-Pyroxene oder -Amphibole bedingt.

$C = CaO \cdot Al_2O_3$, vorzugsweise die Anorthitmenge; der Rest von Al_2O_3 wird im Verhältnis 1 : 1 an CaO gebunden, dieser Betrag von CaO subtrahiert.

Wenn $Al_2O_3 > (NaK)_2O + CaO$, dann wird die CaO-Ziffer bestimmend für den Wert von C. Der Überschuß von Al_2O_3 wird mit der gleichen Menge (FeMg)O zu $(FeMg)O \cdot Al_2O_3$ vereinigt und zur folgenden Gruppe F addiert.

F = (CaBaSrFeMg)O, der Anteil der dunklen Gemengteile, ergibt sich durch Addition des CaO-Restes, FeO und MgO.

n bedeutet den Betrag von Na_2O, wenn die Summe der Molekularprozente von $Na_2O + K_2O$ auf 10 gebracht wird, und zeigt das Mengenverhältnis von Natron- zu Kalifeldspat (bzw Leucit zu Nephelin).

Um die Analyse in einen Punkt zusammenzufassen, bedient man sich einer Dreiecksprojektion, bringt A + C + F auf die Summe 20, bezeichnet die entsprechenden Anteile als a, c und f und verwendet sie zum Eintragen des Analysenortes.

Beispiel: Analyse Nr. 4 auf S. 7, Granitit vom Melibocus.

	SiO_2	P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	
I.	69,73	0,21	15,97	1,27	1,23	0,68	3,28	5,30	1,76	
				2,37 FeO						
II.	11622	15	1566	329		170	586	855	187	(15330)
	11637									
III.	75,90		10,22	2,15		1,11	3,82	5,58	1,22	(100,00)
			— 6,80				— 3,42	6,80		
			3,42				0,40			
					3,66					

Formel: s 75,90 A 6,80 C 3,42 F 3,66 n 8,21
a 10,0 c 5,0 f 5,0.

Unter I sind die Gewichtsprozente enthalten, unter II die Molekularzahlen, entnommen aus Osanns Tabellen, unter III die Molekularprozente. Aus diesen ergibt sich s ohne weiteres als 75,90, A als Summe von 5,58 Na_2O + 1,22 K_2O = 6,80, C als der Tonerderest 3,42 mit der gleichen Menge CaO, F als Summe des CaO-Restes 0,40 + 2,15 FeO + 1,11 MgO = 3,66, n durch Umrechnen von 5,58 Na_2O + 1,22 K_2O auf die Summe 10, a, c und f, indem man A, C und F auf 20 bringt und für die Eintragung in das Dreieck die erste Dezimale üblicherweise auf 0 oder 5 abrundet.

Das Osannsche Dreieck (Abb. 3) hat seine Höhenlinien in 20 Teile geteilt. Von je einer Seite aus wird a, c oder f gezählt. Der Schnittpunkt zweier so gefundenen Linien ist der Analysenort des Gesteins.

Wenn man auf diese Weise auch die Punkte der übrigen, auf S. 7 gegebenen Analysen einträgt (s. Tabelle am Schlusse des Buches), erhält man in groben Zügen das Feld der Granite.

Das spezifische Gewicht der Granite, 2,66—2,75, hängt wesentlich von der Menge der dunklen Gemengteile ab.

Die Zersetzung kann einen dreifachen Weg einschlagen: 1. Grusbildung, der verbreitetste Vorgang, bei welchem unter Einfluß von Luft, Regen (und Frost) eine Zersetzung des Glimmers (Braunfärbung des Gesteins durch entstehendes Eisenhydroxyd) und der Feldspate, eine zunehmende Lockerung und endlich Zerfall des Gesteins zu Grus und schließlich Bildung eines sandigen Lehms erfolgt; geht dieser Prozeß den Klüften eines grobbankig abgesonderten

Granits nach, so entstehen charakteristische wollsackartige Verwitterungsformen. 2. Kaolinisierung, welche teils auf Kohlensäurequellen, teils auf die Nähe von Braunkohlen- und Moorlagern zurückgeführt wird. 3. Lateritbildung, wobei hauptsächlich sandiges, eisenschüssiges, meist ziegelrotes Aluminiumhydroxyd entsteht. Bei allen

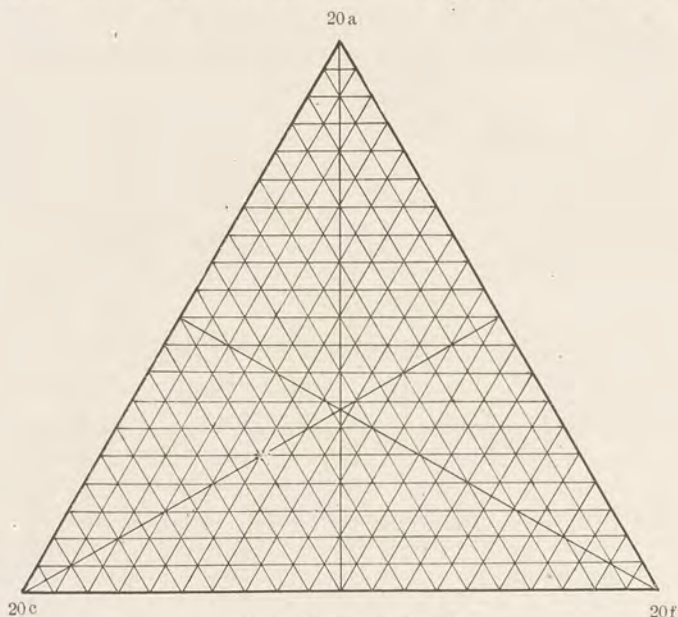


Abb. 3. Osannsches Dreieck.

drei Vorgängen erfolgt eine fast vollständige Wegführung von Alkalien, CaO und MgO. Bei den Vorgängen 2 und 3 bleibt mitunter die granitische Struktur trotz vollständiger Zersetzung erhalten.

Die Lagerungsformen sind Lakkolithen, an deren Flanken sich die Schichten des Nebengesteins allseitig anschmiegen; Stöcke, an welchen die Schichten der umgebenden Felsarten abstoßen; mit beiden stehen Gänge in Verbindung, die von dem Hauptkörper ausgehen (Apophysen), entweder das Nachbargestein quer durchsetzen oder zwischen dessen Schichten eingepreßt wurden (Lagergänge, Intrusivlager). Dabei finden sich gewöhnlich innerhalb eines und desselben Gesteinskörpers Verschiedenheiten in der Gesteinsausbildung, die sich mit Vorliebe als Gegensatz zwischen Mitte und Randpartie ausprägen. Sie beziehen sich auf Struktur oder Mineralbestand oder beides.

a) Änderungen in der Struktur ergeben eine porphyrartige oder fluidale oder granitporphyrische bis echt porphyrische oder eine feinkörnige, selten eine recht grobkörnige Randfazies.

b) Änderungen im Mineralbestande sind teils quantitativer Art, z. B. Anreicherung der dunklen Gemengteile in der Randzone (basische Randfazies); selten sind helle, saure Randmodifikationen; teils wechselt der Mineralgehalt qualitativ, indem neue Mineralien hinzukommen oder andere bis zum Verschwinden zurücktreten oder beides zugleich stattfindet. Das ergibt nicht nur Übergänge in andere Granitarten, sondern oft in andere Gesteine, besonders in Diorite und Syenite. So sind z. B. in demselben Gesteinskörper vereinigt: Granit, Biotitgranit, Biotit-Hornblendegranit; Biotitgranit und Glimmersyenit; Biotitgranit, Biotit-Hornblendegranit, Syenit; Biotitgranit, Biotit-Hornblendegranit, Quarzdiorit, Diorit. In der Regel liegt das basischere Gestein außen. Dieselben Verschiedenheiten im Mineralbestande zeigen gegenüber dem Hauptgestein auch unregelmäßig in ihm verteilte dunkle und helle Schlieren.

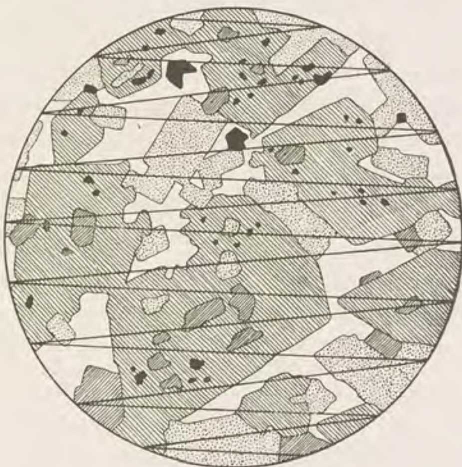


Abb. 4. Indikatrix.

Um einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Menge der farbigen gegenüber den farblosen Mineralien (oder für den Gehalt an Quarz u. dgl.) zu erlangen, stellt man durch Photographie oder mittels Zeichenspiegels verschiedene, nicht zu kleine Dünnschliffbilder her. Dann schneidet man entweder mit der Schere die betreffenden Mineralflächen heraus und bestimmt das Gewicht der Masse von Ausschnitten derselben Art; die Volumprozente lassen sich mit Hilfe des spez. Gewichts in Gewichtsprozente umrechnen. Oder man zieht über das Schliffbild eine Zickzacklinie, die „Indikatrix“, etwa wie es Abb. 4 in verkleinertem Maßstabe darstellt, und mißt die auf sie entfallenden Anteile der einzelnen Mineralien; auch hier erhält man zunächst Werte für den räumlichen Anteil, nicht für Gewichtsverhältnisse. Soll 1 % Genauigkeit erreicht werden, so muß die Indikatrix 100 mal so lang sein als der mittlere Korndurchmesser.

Granitische Apophysen zeigen z. T. ebenfalls granitporphyrische bis echt porphyrische Struktur (Bodegang im Harz), bisweilen sphärolithische Porphyrstruktur (Apophysen des Brockengranits im Harz), verlieren bei geringen Dimensionen gegen ihr Ende hin gewöhnlich zuerst den Glimmer, dann den Feldspat und bestehen in ihren letzten, feinsten Ausläufern wesentlich

aus Quarz, eine wichtige Tatsache für das Studium injizierter Gesteine.

In geeignetem Nebengestein schaffen granitische Körper eine kontaktmetamorphe Zone. — Größere Granitareale werden oft von gangförmig auftretenden Nachschüben, Granitporphyren, Apliten und Lamprophyren durchsetzt.

Die Absonderung der Granite ist meist in dickere oder dünnere Bänke erfolgt, welche den Begrenzungsflächen der Granitkörper parallel verlaufen und nach der Tiefe zu mächtiger werden. Die Bänke werden gewöhnlich von zwei vertikalen oder geneigten, weniger deutlichen Kluftsystemen durchsetzt; je nach dem Abstande der Trennungsebenen entstehen größere oder kleinere Blöcke. Selten bildet sich durch Vorwalten der Vertikalklüfte pfeilerförmige Absonderung heraus.

Art der Absonderung und Gang der Verwitterung bedingen die Oberflächenformen von Granitmassen: Schroffen im Hochgebirge, flache Kuppen (bisweilen mit Wollsackformen oder Felsmeeren) im Mittelgebirge und in Tafelländern.

Das Alter der Granite ist sehr verschieden; präkambrisch sind z. B. gewisse schwedische Granite, jungkarbonisch die meisten in den deutschen Mittelgebirgen; alpine Granite haben z. T. Juraschichten, pyrenäische solche der Kreideformation metamorphosiert; Andengranite senden Apophysen in tertiäre Gesteine.

Verbreitung Granit ist das weitest verbreitete Tiefengestein. Im folgenden sei hauptsächlich auf einige deutsche Vorkommen hingewiesen. In den Vogesen bilden Granite die Hauptmasse des kristallinen Grundgebirges. Außer dem vorherrschenden Biotitgranit kommen hornblendeführende Arten besonders längs der Kammlinie vor („Kammgranit"), Zweiglimmergranit im Bergmassiv des Bressoir südöstlich von Markirch, diopsidhaltige Varietäten mehrorts in geringem Umfange (Laveline; Oberbruck). Ein reiches Ganggefolge von Granitporphyr, Aplit, Minette, Kersantit begleitet die Granite, welche im Norden (Barr-Andlau) und im Süden (oberes Amariner Tal) prächtige Kontakthöfe entwickelt haben. — Im Grundgebirge des Schwarzwaldes nehmen Granite hauptsächlich vier Areale ein: ein nördliches, von der Rench und Murg durchflossenes, vorwiegend Biotitgranit (z. T. pinitführend), bei Durbach mit basischer Randzone von Glimmersyenit; ein östliches um Triberg, auch meist Biotitgranit, daneben im oberen Achtertale ein andalusitführender Zweiglimmergranit; zwei südliche (um den Blauen und den Schluchsee), ebenfalls hauptsächlich Biotitgranit, mit Hornblendegranitit im Wehratale. — Reich an Graniten (Biotitgranit, hornblende- und diopsidführende Arten) ist der Odenwald; sie sind am Kontakt mit Schieferhornfelsen öfter flaserig ausgebildet, werden von wenig älterem Gabbro und Diorit sowie einem zahlreichen Ganggefolge begleitet. — Im Thüringerwalde kommt wenig Granit zutage, ist bei Ruhla mit flaserigen Modifikationen verbunden, am Hennberge bei Weitisberga

von einem schönen Kontakthofe umgeben. — Die Granite des Fichtelgebirges führen meist Lithium-Eisenglimmer, wie das Hauptmassiv vom Ochsenkopf bis zum Kapellenberge mit den nördlich vorgelagerten Partien der Reuth, des Waldsteins und des Kornberges, zeigen mehrorts prächtige Wollsackformen, enthalten am Epprechtstein in Drusen mannigfache Mineralien (Turmalin, Topas, Zinnstein, Zinnwaldit, Wolframit, Flußspat, Apatit, Euklas). — Das Erzgebirge enthält besonders in seinem westlichen Teile zahlreiche Granitvorkommen, wie das große Eibenstocker Massiv mit seinen Vorposten (Lauterbach-Bergen, Kirchberg, Aue), meist Lithionitgranit mit ausgezeichneten Kontakthöfen, Turmalinisierungs- und Topasierungsvorgängen (Auersberg; Schneckenstein), vielorts Zinnstein führend, wie auch die Lithionitgranite des Greifensteins und von Geyer und im östlichen Erzgebirge die Stöcke von Altenberg. — Im Meißener Massiv ist Biotitgranit durch Biotit-Hornblendegranit mit Syenit verbunden. — Das große Lausitzer Massiv enthält mittelkörnigen Biotitgranit, feinkörnigen, einschlußreichen Granit und grobkörnigen, oft pinitführenden, muscovitarmen sogen. Rumburggranit mit blauem Quarz, sowie zwei quarzreiche Stocknachschübe (bei Stolpen und bei Königshain, hier mit Mikroklin, Albit und Rauchquarz in Drusen); längs seines heutigen Südrandes zeigen sich Pressungserscheinungen. — Im Iser- und Riesengebirge herrscht Biotitgranit vor, begleitet von wenig Granit und von hornblendeführenden Arten. Unter den nördlichen Vorposten ist der Biotitgranit von Striegau bemerkenswert wegen des Mineralreichtums seiner Drusen (Kalifeldspat, Albit, Quarz, Glimmer, Epidot, Chabasit, Desmin, Prehnit, Flußspat, Turmalin, Axinit u. a.). — Im Harz sitzen zwei Granitmassen, die des Brockens, ein Biotitgranit, welcher durch hornblende- und diopsidführende Arten in Diorite übergeht und an seiner Nordwestflanke von Gabbrogesteinen begleitet wird, und der Biotitgranit des Ramberges mit dem Bodegange, beide Massive von ausgedehnten Kontaktzonen umgeben. — Auch der bayrisch-böhmische Wald enthält zahlreiche Granitdurchbrüche, die aber noch wenig untersucht sind.

2. KALK-ALKALI-SYENIT.

Die Syenite sind in normaler Ausbildung richtungslos-körnige Gesteine, welche wesentlich aus Alkalifeldspat, Plagioklas und Hornblende, Biotit oder Pyroxen oder einigen dieser dunklen Gemengteile bestehen. Akzessorisch weit verbreitet ist Quarz, Titanit (oft schon makroskopisch erkennbar), Apatit, wenig Eisenerze und Zirkon.

Der Alkalifeldspat ist weißer oder durch Eisenglanz rot gefärbter Orthoklas von derselben Ausbildung wie im Granit, selten gegitterter Mikroklin, beide mitunter perthitisch. — Oligoklas, Andesin (in Pyroxensyeniten auch Labrador) gleicht dem der Granite. — Unter den Amphibolen ist am verbreitetsten gemeine, grüne Hornblende mit den gleichen Eigenschaften wie im Granit; manche Glimmersyenite enthalten blaßgrünen Amphibol. — Der Pyroxen ist meist lichtgrüner Diopsid, bisweilen von Hornblende mikropegmatitisch oder poikilitisch durchwachsen, automorph oder als unregelmäßig begrenzter Kern in Hornblende; rhombischer Pyroxen

(Hypersthen) tritt selten reichlicher auf. — Biotit gleicht dem granitischen, ebenso Quarz und Zirkon. Titanit, manchmal schon makroskopisch als braune, diamantglänzende Kriställchen erkennbar, erhält seinen Habitus durch (123) und wandelt sich in gelbliche, trübe, leukoxenartige Massen um. Das schwarze Eisenerz ist oft titanhaltig, Apatit bisweilen als kurze, dicke Prismen entwickelt.

Die Strucktur ist meist die richtungslos granitisch-körnige (hypidiomorph-körnig) bei grobem, mittlerem oder feinem Korn; Parallelstruktur kommt durch gleich gerichtete Feldspattäfelchen (trachytoide Struktur) oder durch Parallelanordnung der dunklen Gemengteile zustande; porphyrartige Ausbildung ist selten. — Die Ausscheidungsfolge der Gemengteile ist dieselbe wie in den Graniten.



Abb. 5. Hornblendesyenit. Roitzschen bei Meißen. Feldspate (trübe), Hornblende (dunkel), wenig Quarz (hell), Titanit (in der Mitte). Vergr. 20.

Einteilung. Man unterscheidet 1. Hornblendesyenit (Syenit schlechthin), neben vorwaltender grüner Hornblende manchmal zurücktretend Biotit führend, bisweilen auch mit geringem Diopsidgehalt; eine Anreicherung des meist spärlich vorhandenen Quarzes und Plagioklases bedingt Übergänge in Hornblendegranit, gleichzeitiges Ausfallen des Orthoklases solche in Diorit. — Meißen (Abb. 5) und Plauenscher Grund bei Dresden (gelegentlich mit Orthit) in Verbindung mit Granit, Pyroxensyenit und Augitdiorit; östlich von Glatz (mit Diopsid, z. T. auch glimmerführend); Biella in Piemont (mit weißen Feldspaten). — 2. Glimmersyenit (Biotitsyenit), aus weißen Feldspaten und Biotit bestehend, zu welchen häufig Quarz, bisweilen Diopsid (Abb. 6) oder Hornblende tritt, meist mit Biotitgranit verbunden, in den er übergeht; im nördlichen und mittleren Schwarzwalde, bald diopsidführend, bald diopsidfrei, auch porphyrartig oder mit äußerlich gneisähnlicher Parallelstruktur; die glimmersyenitische Randfazies des Biotitgranits von Durbach wurde Dur-

bachit genannt; ebenfalls im Verbande mit Granit in den kanadischen Provinzen Quebec und Ontario. Selten in selbständigen Gängen, wie bei Rothschönberg im Triebischtale (Sachsen) und von Stallegg im niederösterreichischen Waldviertel. — 3. Pyroxensyenit; das Gestein von Gröba bei Riesa, ein Glied des Meißener Granit-Syenitmassivs, enthält neben Orthoklas, der gern einsprenglingsähnlich hervortritt, viel Labradorit, dazu Diopsid, etwas Biotit, stellenweise reichlich Hypersthen, wenig Quarz, selten spärliche Hornblende; durch Zurücktreten des Orthoklases entstehen Übergangsformen zu Augitdiorit. Diopsidsyenite sind auch aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika bekannt. Pyroxensyenite, deren Pyroxen in Uralit umgewandelt ist, hat man Uralitsyenite genannt.



Abb. 6. Glimmersyenit. Fronau im Schwarzwalde. Feldspate (trübe), Biotit (dunkel), Diopsid (stärker umrandet), wenig Quarz. Vergr. 20.

Chemische Zusammensetzung. Die folgenden Analysen zeigen manche Züge, die sich auch bei Graniten finden: Alkalien < Al_2O_3; CaO > MgO; K_2O überwiegt in Hornblende- und Glimmersyeniten in der Regel das Na_2O, im Pyroxensyenit kehrt sich das Verhältnis um. Im allgemeinen unterscheiden sich die Syenite von den Graniten durch geringeren Gehalt an SiO_2 (und Alkalien), größeren an Al_2O_3, Fe-Oxyden, MgO und CaO; auch wolle man auf die Änderung im Verhältnisse (MgO + CaO): Alkalien achten.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	59,86	16,68	2,78	3,00	3,51	3,96	3,58	4,30	1,44	(99,86)
2.	62,51	12,78	2,56	4,76	3,33	4,76	2,71	4,81	1,53	(100,59)
3.	62,49	16,49	2,36	2,04	1,87	4,23	4,38	4,65	0,60	(100,43)
4.	51,93	17,90	6,12	3,19	3,99	7,29	4,11	3,42	0,53	(99,70)

1. Glimmersyenit. Frohnau, Schwarzwald. (Mit 0,75 TiO_2).
2. Augit-Glimmersyenit. Reichenstein, Schlesien. (Mit 0,81 TiO_2).
3. Hornblendesyenit. Plauenscher Grund bei Dresden. (Mit 0,85 TiO_2, 0,32 P_2O_5, 0,15 BaO).
4. Pyroxensyenit. Gröba bei Riesa, Sachsen. (Mit 1,22 TiO_2).

Das spezifische Gewicht geht etwa von 2,7 bis 2,87 (Gröba), ist also durchschnittlich etwas höher als das der Granite.

In den Osannschen Werten ist gegenüber den Graniten außer dem niedrigeren s der durchgängig hohe Betrag von F (f) kennzeichnend.

Die Zersetzungsvorgänge (Vergrusung, Lehmbildung, Umwandlung in Laterit) verlaufen ähnlich wie bei Granit, mit welchem auch die Lagerungsformen übereinstimmen; doch ist Syenit viel weniger verbreitet, bildet vor allem nicht große selbständige Körper, sondern erscheint meist als Glied granitischer Massive. Auch Faziesbildungen mit abweichender Struktur oder anderem Mineralbestande sowie Schlieren kommen vor. Absonderung des Gesteins und Bildung eines Kontakthofes erfolgen (mit Ausnahme starker pneumatolytischer Wirkungen) wie bei Granit.

3. DIORIT.

Graue oder grünliche körnige Gesteine, die außer Plagioklas Hornblende oder Biotit oder Pyroxen oder einige dieser dunklen Gemengteile führen, quarzfrei oder quarzhaltig sind und akzessorisch besonders Apatit, Eisenerze, Titanit, wenig Zirkon aufweisen.

Plagioklas, weiß, gelblich oder grünlich, sehr selten rötlich, in Tafeln oder Leisten, gehört der Reihe vom Oligoklas bis zum Anorthit an; die basischen Glieder finden sich vorwiegend in Hornblende- und Augitdioriten, die sauern in Glimmerdioriten. Polysynthetisch nach dem Albitgesetz oder nach diesem und dem Periklingesetz verzwillingte Individuen sind oft weiter nach Karlsbader Art verbunden. Zonenbau mit basischem Kern ist verbreitet. Die Umwandlung erfolgt in Calcit und Kaolin oder in Zoisit und Epidot. — Orthoklas ist in Hornblendedioriten recht selten, häufiger in Glimmerdioriten, entweder als Füllmasse entwickelt oder schriftgranitisch von Quarz durchwachsen. — Hornblende, schwarzgrün und kompakt, tritt in kurzen Säulchen ohne Endflächen und in Körnern auf; braune Hornblende ist selten, Zwillingsbildung nach (100) sowie Verwachsung mit Biotit öfter zu beobachten. Als Umwandlungsprodukte entstehen Chlorit oder Epidot. — Der braune, oft automorphe Glimmer ist meist Meroxen, selten Anomit, zuweilen Lepidomelan, führt Einschlüsse von Apatit, auch wohl sagenitische Rutilgitter und findet sich besonders in quarzhaltigen Dioriten reichlich. — Von Pyroxenen treten auf blaßgrüner bis fast farbloser Diopsid, manchmal von Hornblende um- oder durchwachsen, bisweilen völlig in Calcit,

Chlorit und Serpentin umgewandelt; selten bräunlicher Augit; Hypersthen oder Bronzit ist besonders mit Glimmer vergesellschaftet. — Quarz, immer xenomorph, gleicht dem der Granite. — Außer Apatit, Magnetit, Titaneisen, Titanit und Zirkon finden sich von akzessorischen Gemengteilen selten Granat, Orthit, Turmalin; sekundärer Natur sind besonders Calcit, Epidot, Chlorit, mancher Quarz und eine faserige, strahlsteinartige Hornblende; Pyritgehalt wird auf die Wirkung von Schwefelthermen zurückgeführt.

Die Struktur ist hypidiomorph-körnig bei gröberem oder feinerem Korn, wobei die farbigen Gemengteile in sauren Dioriten vor Feldspat fest geworden sind; in basischen Gesteinen greifen die Bildungsperioden weit übereinander. Dichte Arten heißen Dioritaphanit. Bei porphyrartiger Ausbildung treten Plagioklas oder Hornblende oder beide einsprenglingsartig hervor. Wie bei Granit ist eine dichtere oder porphyrartige Apophysen- und Randfazies nicht selten. Miarolitische Struktur wird oft durch Ausfüllung der Hohlräume mittels Quarz oder Calcit verdeckt. Zentrische Struktur zeigt der Kugeldiorit; bei dem korsischen z. B. liegen gewöhnlich um ein richtungsloses Gemenge von Anorthit und Hornblende (und Quarz) Schalen, in denen abwechselnd bald Feldspat, bald Hornblende vorwaltet; ähnlich in Kalifornien. Eine primäre Flaserung ist meist auf Randpartien von Stöcken und Gängen beschränkt.



Abb. 7. Quarzdiorit, biotitführend. Neuntestein (Vogesen). Vergr. 30.

Man unterscheidet: 1. Hornblendediorit (Diorit schlechtin) und Quarz-Hornblendediorit (Quarzdiorit), beide mit Unterabteilungen, welche durch Eintreten von Augit oder Hypersthen hervorgerufen werden; nicht selten biotithaltig.

Gänge im Granit der Lausitz; im Böhmerwalde; im Thüringerwalde; am Kyffhäuser (quarzarm bis quarzfrei, z. T. kataklastisch gneißähnlich); im Schwarzwalde und in den Vogesen (Abb. 7); verbreitet im Odenwalde, hier durch allmähliche Übergänge mit Gabbro verbunden; bei Oberflockenbach ein feldspatfreies

Grenzglied, ein Amphibolfels; ähnlich der Hornblendit, welcher sich aus den mit Gabbro und Peridotit verknüpften Dioriten am Hudson, Newyork, entwickelt; im Banat und in Serbien quarzfrei und quarzhaltig, mit Biotit, meist auch diopsidführend (Banatit); in den Ostalpen (auch im südlichen Schwarzwalde) lokal mit feldspatreichen, fast hornblendefreien Partien, einem Gegenstück zum Amphibolfels; in Großbritannien, in Skandinavien; die Vorkommnisse von Smaland nicht selten im norddeutschen Glazialdiluvium; auf der Insel Ornö bei Stockholm der hornblendearme Ornöit mit hornblendefreien (reichlich Kalifeldspat neben Plagioklas führenden) Schlieren einerseits, einer hornblendereichen, fluidalen Randfazies anderseits; im Ural; in Kanada; am Electric Peak im Nationalpark, U. S. A., mit glimmer- und pyroxenführenden Arten verbunden.

Einen Übergang zum Glimmerdiorit stellt der Tonalit dar, ein Quarzdiorit mit sehr schwankendem gegenseitigen Verhältnis von Glimmer und Hornblende, häufig mit dunklen, basischen Konkretionen. Der Gehalt an Orthoklas gibt dem Gestein eine Mittelstellung zwischen Granit und Diorit, auch sein Aussehen — heller als sonst Diorite — erinnert an Granit.

Am Adamello in den Südtiroler Alpen (lokal mit braunrotem Granat als endogene Kontakterscheinung), am Rieserferner (Hohe Tauern) mit fluidaler Randzone; dasselbe Gestein kommt, Granodiorit (d. i. Granitodiorit) genannt, in Kalifornien und in den südamerikanischen Anden vor.

2. Glimmerdiorit und Quarz-Glimmerdiorit, durch Hornblendegehalt mit der vorigen, durch Führung von Pyroxen mit der folgenden Gruppe verbunden.

Im Fichtelgebirge (bei Marlesreuth mit Anomit); vereinzelt im Riesengebirge und im böhmischen Erzgebirge; bei Barr im Elsaß; Zell im Schwarzwalde. In der Umgegend von Klausen in Tirol ist quarzreicher Glimmerdiorit durch Übergänge (Glimmer-Hypersthendiorit) mit quarzfreien Noriten verbunden (die Extreme mit 70,17 und 55,56 % SiO_2), wird am Kontakt mit dem Nebengestein turmalinführend und enthält bei Seeben Einschlüsse aus Andalusit, Pleonast, Biotit und wenig Zirkon. Ein skapolithführender Glimmerdiorit (Andesin, Skapolith, Biotit, akzessorisch Zirkon) vom Flusse Yentna in Alaska wurde Yentnit genannt.

3. Pyroxendiorit und Quarzpyroxendiorit werden in Augitdiorit (mit Diopsid) und Hypersthendiorit unterschieden.

Augitdiorit kennt man aus Minnesota (mit Hornblende, oft Diallag oder Hypersthen führend), von den Kanalinseln und aus dem Schwarzwalde; Quarzaugitdiorit u. a. aus dem südlichen Ural (Magnetberg) in Verbindung mit Augitsyenit und Augitgranit; ferner aus den südamerikanischen Anden als sogen. Andendiorit, etwas Hornblende und Biotit führend, mit Glaseinschlüssen im Feldspat, von tertiärem Alter. — Hypersthendiorit findet sich am Hudson, Newyork, Quarzhypersthendiori zu Ivrea in Piemont und zu Klausen in Tirol (glimmerhaltig), beide mit Norit verbunden.

Chemische Zusammensetzung. Das chemische Bild der Diorite ist wegen ihres verschiedenen Mineralbestandes und besonders auch wegen des Vorkommens quarzführender und quarzfreier Arten

recht wechselnd. Die Al_2O_3-Menge ist stets größer als die Summe der Alkalien, unter letzteren $Na_2O > K_2O$, ebenso in der Regel $CaO > MgO$. Das Verhältnis Alkalien: ($CaO + MgO$) nähert sich aber, entsprechend der Stellung der Diorite, bald dem der Syenite (und Granite), bald dem der Gabbrogesteine.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	53,00	17,19	4,78	5,05	4,66	8,08	2,92	1,49	1,35	(99,46)
2.	62,80	12,94	—	10,57	2,79	4,99	2,52	1,27	1,13	(100,11)
3.	66,75	15,90	3,73	1,84	1,23	3,11	3,38	1,98	1,22	(99,14)
4.	66,91	15,20	–	6,45	2,35	3,73	3,33	0,86	0,16	(98,99)
5.	59,97	16,93	2,41	4,83	3,61	5,10	3,87	1,32	1,60	(99,64)
6.	52,00	15,75	3,55	12,84	3,42	7,39	3,37	1,24	0,35	(101,08)

1. Hornblendediorit. Schwarzenberg bei Barr, Vogesen (mit 0,57 TiO_2 und 0,37 P_2O_5).
2 Quarzhornblendediorit. Val Savaranche, Westalpen (mit 1,10 TiO_2).
3. Quarzglimmerdiorit, hornblendefrei. Val Moja bei Edolo, Südalpen.
4 Tonalit. Avio-See, Adamello.
5. Quarzhypersthendiorit. Klausen, Südtirol.
6. Augitdiorit. Richmond, Minnesota (mit 1,06 P_2O_5).

Im Osannschen Dreieck (S. 10) würden die Diorite wegen ihres durchschnittlich geringeren Betrages von a mehr nach der a-Seite zu liegen, als Granite und Syenite.

Das spezifische Gewicht steigt von 2,68 (quarz- und feldspatreiche Gesteine) bis 2,99 (Augitdiorite).

Die Lagerungsformen sind Stöcke, Intrusivmassen und besonders Gänge; oft bilden Diorite eine Fazies von Graniten, Syeniten und Gabbrogesteinen. Hierbei kommen Übergangsglieder vor.

Von Graniten und Syeniten unterscheiden sich die Diorite wesentlich durch das Fehlen oder doch sehr starke Zurücktreten des Kalifeldspats, weshalb $A < C$, durch etwas basischeren Plagioklas und im allgemeinen größeren Reichtum an farbigen Gemengteilen (Wert von F); auch fehlt die bei Graniten und Syeniten nicht seltene rote Gesamtfarbe. Über die Unterscheidung von Gabbrogesteinen s. diese.

Die Kontaktwirkungen gleichen denen der Granite: Kalksilikathornfelse (Banat; Adamello), Fleckschiefer, andalusit- und cordieritführende Hornfelse (Banat; Adamello; Odenwald).

4. GABBRO.

Die Glieder der Gabbrofamilie sind ziemlich dunkle, hypidiomorph-körnige Gesteine, welche wesentlich aus basischem Plagio-

klas und Diallag (Gabbro) oder rhombischem Pyroxen (Norit) bestehen; beide Pyroxene werden in seltenen Fällen weitgehend durch primäre Hornblende vertreten; ein Gehalt an Olivin bedingt Unterabteilungen. Akzessorisch sind Biotit, Apatit und Eisenerz verbreitet, Spinelle, Quarz und Zirkon seltener.

Der Plagioklas, weißlichgrau oder charakteristisch violettgrau, ist Labrador bis Anorthit, bildet meist dicktafelige Körner, die oft gleichzeitig nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingt sind. Eine weitverbreitete graue oder braune Bestäubung rührt vermutlich von Titaneisen her; eine grünliche Färbung in unfrischem Gestein von Chlorit oder Hornblende. Die Umwandlung erfolgt nur selten in Kaolin oder Sericit, dagegen oft unter Verschwinden der Spaltbarkeit und Zwillingslamellierung in Saussurit, ein Gemenge von Zoisit (Epidot) und Albit, oft auch farbloser Hornblende, Granat, Skapolith mit sehr verschiedener quantitativer Beteiligung dieser Mineralien. — Andesin und Oligoklas sowie Orthoklas (und Mikroperthit) treten mehr akzessorisch und besonders in saureren Gesteinen auf (Harz; Småland), die auch wenig Quarz führen. — Der Diallag, kaum je automorph, ist entweder tombakbraun und auf den Ablösungsflächen schillernd, oder ölgrün und nicht schillernd, selten verzwillingt, manchmal von rhombischen Pyroxenen lamellenweise durchwachsen, so daß beide Mineralien die c- und b-Achsen parallel haben. Braune, stab- oder blättchenförmige Interpositionen (Titaneisen?) fehlen zuweilen. Eine Umwachsung von brauner oder grüner Hornblende in paralleler Stellung ist manchmal schwer von einer randlich beginnenden Umwandlung in Hornblende zu unterscheiden. Der Diallag setzt sich selten in Chlorit und Epidot um, öfter in Uralit und besonders in Strahlstein oder (Al- und Na-haltigen) Smaragdit. — Rhombische Pyroxene (Bronzit und Hypersthen) kommen außer in Verwachsung mit Diallag auch in selbständigen Körnern oder Kristallen vor; auch diopsidartiger und basaltischer Augit finden sich hin und wieder. — Braune, seltener grüne, primäre Hornblende hat gewöhnlich mehr akzessorischen Charakter; nur in einer kleinen Gruppe bildet sie den vorherrschenden farbigen Gemengteil. — Brauner Biotit sitzt gern kranzartig um Eisenerzkörner, bildet auch Einlagerungen in Diallag und rhombischen Pyroxenen sowie selbständige Partien. — Der xenomorphe Olivin ist mitunter mehr oder weniger von winzigen Körnchen, Täfelchen und Nädelchen eines unbekannten Minerals erfüllt, enthält auch nicht selten braunen Spinell; an der Grenze zwischen Olivin und Feldspat verläuft manch-

mal ein kelyphitartiger, wesentlich aus farbloser oder grüner Hornblende, auch Anthophyllit und rhombischem Pyroxen bestehender Reaktionsrand (Abb. 8), nie zwischen Olivin und Pyroxen. — Titaneisen ist häufiger als Magnetit (oft titanhaltig); beide Erze verwachsen auch miteinander. Gelegentlich findet sich nickelhaltiger Magnetkies, als Seltenheit gediegen Eisen (Hebriden; New Hampshire), immer Apatit, vereinzelt Titanit, Zirkon. Brauner oder grüner Spinell sitzt besonders in basischen, dunklen Gesteinen.

Die Struktur ist hypidiomorph-körnig bei gröberem oder feinerem Korn; doch greifen oft die Bildungsperioden von Feldspat und farbigen Gemengteilen so weit übereinander, daß dann eigentlich kein Gemengteil automorph ist; auch ophitische Strucktur (Abb. 8) ist nicht selten. Porphyrartige Ausbildung ist kaum, miarolitische nicht bekannt. Als primäre Parallelstruktur tritt eine Bänderung auf, z. B. im Radautale (Harz), wo grauweiße Feldspatlagen mit braunen, biotitführenden und violettbraunen, diallagreichen wechseln; ähnlich auf Skye.

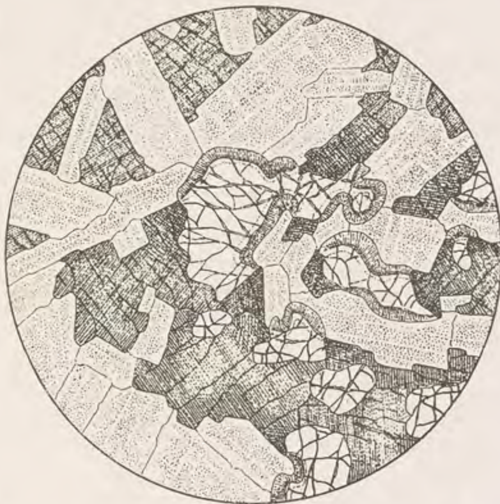


Abb. 8. Olivingabbro. Ölme, Wermland. Olivin (hell) mit Amphibolrinden gegen Plagioklas (bestäubt). Diallag (dunkel). Vergr. 20.

Einteilung. Nach dem Vorwiegen von Diallag oder rhombischem Pyroxen ergeben sich:

1. Gabbro, wesentlich aus basischem Plagioklas und Diallag bestehend; er enthält akzessorisch Titaneisenerz, Apatit, oft etwas Biotit, rhombischen Pyroxen, bisweilen primäre Hornblende. Glimmerreiche Arten heißen Biotitgabbro, primären Quarz führende Varietäten Quarzgabbro. Olivingabbro enthält Olivin als wesentlichen Gemengteil. Im Hornblendegabbro ist braune oder olivgrüne, kompakte, primäre Hornblende der hauptsächlichste dunkle Gemengteil (Odenwald; Bosnien; Ivrea; Småland). Von Hornblendedioriten unterscheidet er sich besonders durch den weit basischeren Plagioklas („Anorthitdiorite“ gehören hierher). Nicht hierher zu

rechnen sind Gabbrogesteine mit sekundärer, aus Pyroxen entstandener Hornblende (fälschlich Gabbrodiorite genannt), welche hin und wieder auch Granat enthalten, es sind metamorphe Gesteine aus der Gruppe der Amphibolite. — Ein Mittelglied zwischen Gabbro und Norit ist der Hyperit mit Diallag und rhombischem Pyroxen, gewöhnlich Olivin führend.

2. Norit mit basischem Plagioklas und rhombischem Pyroxen, oft mit etwas monoklinem Pyroxen. Akzessorien wie bei Gabbro, ebenso Unterabteilungen: Olivinnorit, Quarznorit, Biotitnorit; hornblendereiche Gesteine sind selten.

Sehr häufig zeigen die Gesteine der Gabbrofamilie einen raschen Wechsel der Gemengteile teils in qualitativer Hinsicht, wobei zahlreiche Übergänge zwischen den einzelnen Arten zustande kommen, teils in quantitativer Beziehung bis zu gänzlichem Ausfallen von Mineralkomponenten; dann entstehen neue Gesteine (s. unten).

Chemische Zusammensetzung. Für Gabbrogesteine ist charakteristisch: Geringer Gehalt an SiO_2; Al_2O_3 beträchtlich größer als Alkalien, ebenso CaO oder MgO größer als Alkalien; Na_2O stark vorwiegend gegenüber K_2O.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	49,14	15,19	5,88	9,49	6,64	10,50	2,26	0,28	0,52	(100,76)
2.	47,97	22,16	1,12	4,10	4,58	11,96	3,23	0,29	2,05	(99,39)
3.	48,90	18,08	2,52	3,20	11,43	14,10	1,53	0,25	0,88	(100,89)
4.	39,84	19,71	7,73	8,89	7,33	13,52	1,59	0,53	0,86	(100,08)
5.	53,50	22,20	3,60	2,64	2,00	9,45	4,26	0,61	1,50	(100,59)
6.	48,96	18,57	1,07	3,22	12,20	12,67	1,01	1,34	—	(99.04)

1. Gabbro. Radautal im Harz (mit 0,05 MnO und 0.81 P_2O_5).
2. „ Oberbeerbach, Odenwald (mit 0,44 TiO_2, 1,14 P_2O_5, 0,35 FeS_2).
3. Olivingabbro. Arolla, Wallis.
4. Hornblendegrabbro. Pavone bei Ivrea, Piemont (mit 0.08 TiO_2).
5. Quarzgabbro. Carrok Fell, England (mit 0.45 TiO_2 und 0.35 MnO).
6. Norit. Harzburg.

Die Punkte im Osannschen Dreieck, welche man auf S. 10 nachtragen möge, liegen noch weiter nach der f-Spitze zu als die der Diorite.

Das spez. Gewicht beträgt 2,7– 3,5, meist 2,9—3,1.

Verwitterung und Zersetzung verwandelt die Gabbrogesteine in Grus oder in eisenschüssige, lehmartige Massen. Seltener entsteht Walkerde, wobei wesentlich Al_2O_3 angereichert, CaO und MgO stark vermindert wird; auch Lateritbildung ist bekannt.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	48,22	9,76	2,95	5,46	17,32	11,85	2,56	0,42	2,15	(100,69)
2.	50,62	22,36	7,64	—	5,24	1,94	2,36	2,74	7,22	(100,12)

1. Flasergabbro, fast frisch; Roßwein, Sachsen.
2. Walkerde, aus Flasergabbro entstanden. Roßwein.

Bei der Umbildung zu kristallinen Schiefern liefern die Gabbrogesteine Flasergabbro und besonders Amphibolschiefer und Amphibolite.

Die große Veränderlichkeit der Gabbrogesteine hinsichtlich des Mengenverhältnisses ihrer Mineralkomponenten führt einerseits bis zur Herausbildung heller, wesentlich aus Feldspat bestehender Gesteine, anderseits zur Entstehung dunkler, feldspatfreier (oder sehr feldspatarmer) Felsarten.

Zu den hellen Gesteinen gehört der Forellenstein oder Troktolith, ein weißliches Gestein mit dunkelgrünen Flecken, welches wesentlich aus sehr basischem Plagioklas und Olivin (oder Serpentin) besteht und mitunter Spuren von Pyroxen enthält. Von dem Olivin gehen gewöhnlich dichtgescharte radialstrahlige Sprünge durch die umgebenden Plagioklase (Abb. 9). Der Forellenstein von Neurode in Schlesien ergab 46,55 SiO_2, 0,33 TiO_2, 24,87 Al_2O_3, 3,56 Fe_2O_3, 0,40 FeO, 0,06 MnO, 6,38 MgO, 14,17 CaO, 0,84 Na_2O, 0,26 K_2O, 3,00 H_2O. (S.: 100,42.) Forellenstein kommt immer nur untergeordnet mit anderen Gabbrogesteinen verbunden vor (Radautal im Harz; Neurode in Schlesien, Lizard in Cornwall; Hebrideninsel Rum.)

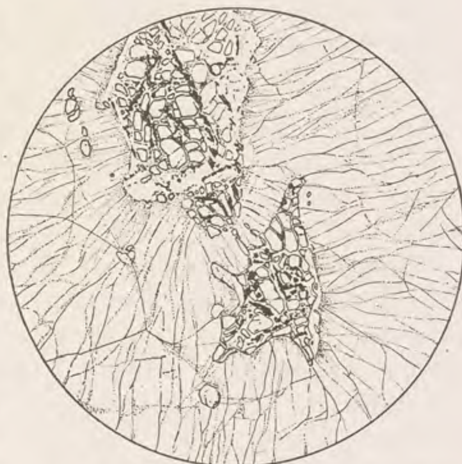


Abb. 9. Forellenstein. Volpersdorf in Schlesien. Olivin, z. T. serpentinisiert, Plagioklas von Sprüngen durchzogen. Vergr. 20.

Wesentlich aus basischem Plagioklas besteht der Anorthosit (anorthose = alter Name für Plagioklas). Diese weißen, grauen, rötlichen oder violetten Gesteine führen meist Labradorit (Labradorfelse), doch kommen auch Bytownit bis Anorthit, selten Andesin vor (im norwegischen Andesinfels). Dunkle Gemengteile, meist Augit und Hypersthen, nur örtlich Hornblende oder Biotit, sind sehr spärlich und häufen sich bisweilen in Nester zusammen, an welchen

gern die wenigen akzessorischen Apatite und schwarzen Eisenerze haften. Der Plagioklas zeigt nicht selten die für Gabbrogesteine charakteristische Bestäubung. Kanadische Vorkommen enthalten z. T. nicht wenig Olivin, dessen Körner von einem Hypersthenkranze und einem auf diesen folgenden Ringe von hellgrünem Amphibol umgeben sind (Olivinanorthosit). Andere, besonders hornblendeführende Arten führen Korund[1]). Die Analyse ergibt hohen Gehalt an Al_2O_3 und CaO:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	54,45	28,05	0,45	—	9,68	6,25	1,06	0,55	(100,49)
2.	53,42	28,36	1,80	0,31	10,49	4,82	0,84	—	(100,04)

1. Anorthosit. Moringebiet, Kanada.
2. Anorthosit. Ekersund, Norwegen (spez. Gew. 2,685).

Anorthosite finden sich einerseits untergeordnet (Schlieren, Gänge) in engster Verbindung mit Gabbrogesteinen, z. B. bei Roßwein in Sachsen; bei Jordansmühl am Zobten in Schlesien; im Eulengebirge; im böhmischen Eisengebirge. Anderseits bilden sie ausgedehnte Areale, wie im östlichen Kanada, in den Staaten Minnesota und New York, in Norwegen (am Ekersund) und in der ostindischen Präsidentschaft Madras. Namentlich in den letztgenannten beiden Distrikten sind die Anorthosite mit Hypersthengranit (Charnockit) durch Zwischenglieder verbunden, indem sich unter Beibehaltung der spärlichen farbigen Gemengteile immer reichlicher Mikroperthit und etwas Quarz einstellt; das sind die Mangerite (nach Manger auf Radö nördlich von Bergen genannt) und bei größerem Quarzreichtum die Qarzmangerite, welche auch etwas Zirkon führen. Ein Mangerit von Bergen ergab 63,60 SiO_2, 20,50 Al_2O_3, 0,71 Fe_2O_3, 0,33 FeO, 0,16 MgO, 2,52 CaO, 5,51 Na_2O, 6,57 K_2O (S.: 99,90). Ähnliche Gesteine aus basischem Plagioklas, Mikroperthit, rhombischen und monoklinen Pyroxenen, Olivin, Amphibol und Biotit, akzessorischem Apatit, Eisenerz und Zirkon sowie wechselnden Mengen von Quarz (z. T. in schriftgranitischer Verwachsung) aus Volhynien und der Gegend von Kiew wurden Perthitophyre genannt.

1) Hier schließt sich wohl der Kyschtymit an, ein mittel- bis feinkörniges und dann bisweilen gneißähnliches Gestein aus prismatischem oder dihexaëdrischem Korund, Anorthit, etwas Biotit, Spinell, Zirkon, Apatit. Die Analyse des Gesteins von der Borsowka im Ural ergab:

16,80 SiO_2, 73,40 Al_2O_3, 0,76 Fe_2O_3, 0,61 MgO, 7.26 CaO, 0,38 Na_2O, 0,13 K_2O, 0,76 H_2O (100,10).

Viel häufiger als helle, feldspatreiche Spaltungsprodukte (Forellenstein nnd gewisse Anorthosite) kommen die entgegengesetzten, dunklen, feldspatfreien Spaltungsgesteine vor (s. die folgende Familie).

Vorkommen. Die Gabbrogesteine einschließlich der hellen und dunklen Differenzierungsprodukte bilden, sehr wechselvoll vergesellschaftet, seltener selbständige Körper, besonders Stöcke, sondern sind gewöhnlich an granitisch-dioritische Massen als deren Randpartien gebunden und mit ihnen oft durch Übergänge verknüpft. Wichtigere europäische Vorkommen sind: in Niederschlesien bei Neurode-Volpersdorf (Gabbro, Olivingabbro, Forellenstein, Peridotit); bei Frankenstein; am Zobten (Flasergabbro, Serpentin, Anorthosit); in Sachsen die Flasergabbro im Umkreise des Granulitgebietes (mit Serpentin und spärlichem Anorthosit); im Harz an der Nordwestseite des Brockenmassivs (Gabbro, Olivingabbro, Glimmergabbro, Hyperit, Norit, Olivinnorit, Forellenstein, Peridotite); im Odenwalde um Frankenstein (Gabbro, Olivingabbro, Hornblendegabbro, Hyperit, Peridotit, Hornblendit); im südlichen Schwarzwalde (Ehrsberg) und in den Hochvogesen kleinere Vorkommen; bei Ronsperg im Böhmerwalde (Gabbro, Olivingabbro, Hyperit, Norit, Peridotit, Pyroxenit); im böhmischen Eisengebirge (Gabbro, Norit, Anorthosit, Peridotit, Pyroxenit); im niederösterreichischen Waldviertel; Klausen in Südtirol (Norit, Hornblendenorit, Quarznorit); mehrorts in der nördlichen Kalkzone und den Zentralketten der Schweizer Alpen (Le Prese; Matterhorn), desgl. im Dauphiné, in den piemontesischen (im Zuge von Ivrea Gabbro, Hornblendegabbro, Hyperit, Norit, Peridotit) und ligurischen Alpen, ebenso wie hier in Verbindung mit Serpentin in Toskana; in Cornwall, Nordengland, auf den Hebriden; in Norwegen und Schweden (Gabbro, Olivingabbro, Hornblendegabbro, Eukrit, d. i. ein Anorthitgabbro mit Übergängen in Forellenstein, ferner Hyperit, Norit, Erzmassen); im nördlichen Ural.

5. FELDSPATFREIE GESTEINE.

Die feldspatfreien Gesteine sind basische Grenzformen, welche ganz überwiegend zu Gabbromagmen gehören, sehr selten (gewisse Hornblendite), sich an Diorite anschließen. Nach dem vorwaltenden Gemengteil unterscheidet man folgende Gruppen:

Peridotite mit vorherrschendem Olivin,
Pyroxenite „ „ Pyroxen,
Hornblendit „ „ Amphibol,
Erzmassen „ „ Magnetit oder Titaneisen.

In chemischer Beziehung sind die Peridotite durch Reichtum an MgO und FeO bei sehr geringem Betrage von Al_2O_3 und Alkalien, die Pyroxenite durch hohen Gehalt an MgO und CaO bei stärkerem Hervortreten von Al_2O_3, die Erzgesteine durch ihren Fe-Reichtum gekennzeichnet.

Peridotite.

Der Name wurde von dem französischen péridot (= Olivin) abgeleitet, um die dem Mineralnamen Olivenit ähnliche Bezeichnung

Olivinit zu vermeiden. Die wichtigsten, durch Übergänge untereinander (und mit Pyroxeniten usw.) verbundenen Arten sind:

Dunit	= Olivin	(und	Chromit)	
Wehrlit . . .	= „	„	Diallag	
Harzburgit . .	= „	„	Enstatit	
Lherzolith . .	= „	„	„	und Diopsid
Amphibolperidotit	= „	„	Hornblende	
Glimmerperidotit	= „	„	Biotit.	

Dunit, grün, fast ganz aus körnigem Olivin bestehend, mit wenig braunem Spinell (Picotit, Chromit) in den Dun Mountains auf der Südinsel Neuseelands (verbunden mit Olivingabbro und Serpentin), in Nordkarolina, auf den westschottischen Inseln (mit Gabbro und Pikrit), Kraubat in Steiermark, Steinegg in Niederösterreich, in Andalusien; im nördlichen Ural z. T. magnetitreich; mit Pyrop, wenig Magnetit, Picotit und Titaneisen gangförmig in Kentucky; mit Chromit und etwas Hypersthen in Japan, überall von Tiefengesteinscharakter. — Die Umwandlung erfolgt wie auch bei anderen Peridotiten in Serpentin.

Wehrlit, grobkörnig, dunkel, enthält neben Olivin (bis 40%) Diallag, akzessorisch bisweilen reichlich braune Hornblende und Titaneisen; so im Zemescher Comitat in Ungarn (mit Gabbro); bei Frankenstein im Odenwalde mit Magnetit, sekundärer grüner Hornblende und Tremolit; Volpersdorf in Schlesien; Prachatitz im Böhmerwalde mit Diopsid; in Schottland; in Japan mit akzessorischem Hypersthen und Magnetit.

Wesentlich durch Vorwiegen des Diallags über den Olivin unterscheidet sich von Wehrlit der Kosswit, ein Übergangsglied nach Pyroxeniten hin, grobkörnig, mit Hornblende, Magnetit, welcher ein Netzwerk bildet, in dessen Maschen die übrigen Gemengteile liegen (sideronitische Struktur); in Gesellschaft von Dunitgängen im Gabbro des nördlichen Ural.

Harzburgit, wesentlich aus Olivin und rhombischem Pyroxen (meist Enstatit oder Bronzit) bestehend, akzessorisch Picotit führend. An der Baste bei Harzburg, Schillerfels genannt, der Olivin größtenteils serpentinisiert, der in messinggelben Bastit umgewandelte Enstatit von Olivinkörnchen durchwachsen; in Verbindung mit Norit und Gabbro; im Schwarzwalde (Todtmoos); in den Hochvogesen am Bressoir; in Toskana. In Ostslawonien mit größeren Enstatiten in feinkörniger Hauptmasse. In Norwegen und Finnland. Auf der Südinsel Neuseelands mit Körnern von Awaruit (Ni_2Fe) neben Chromit und Picotit. Auf Borneo mit Enstatit und Hypersthen.

In Maryland mit Bronzitausscheidungen in einer Grundmasse, die fast nur aus sehr kleinen Olivinkörnchen besteht.

Das Valbellit aus dem Piemontesischen ist ein feinkörniger Harzburgit (Olivin und Bronzit) mit Gehalt an brauner Hornblende und akzessorischem grünen Spinell, Magnetit, Magnetkies und Granat.

Lherzolith, grob- bis feinkörnig, olivengrün, wesentlich Olivin, Enstatit oder Bronzit und Diopsid, akzessorisch Picotit und grünen Spinell, sehr wenig Magnetit und Apatit führend. Mehrorts in den Pyrenäen (Weiher Lherz) mit Kontaktzonen im Jurakalk. Verbreitet in Piemont und den ligurischen Apenninen.

Amphibolperidotit enthält wesentlich Olivin und (primäre) grüne, seltener braune Hornblende, akzessorisch Magnetit, Spinell, Pyroxene, Biotit, Apatit, gelegentlich auch etwas Plagioklas, die größeren Hornblenden von Olivin poikilitisch durchwachsen. Bei Schriesheim im Odenwalde mit smaragdgrünem oder bräunlichem Glimmer, wenig Augit, Eisenkies, sekundärer blaßgrüner Hornblende und Chlorit (Schriesheimit). Bei Frankenstein im Odenwalde ziemlich reich an Pyroxen. Ehrsberg im Schwarzwalde mit diallagähnlichem Augit. Am Hudson (größere braune Hornblenden in kleinerkörnigem Gemenge von Olivin, Hypersthen, bisweilen Diallag, Biotit, Apatit, Hercynit), Cortlandtit genannt. Victoria in Australien mit Olivin, brauner und grüner Hornblende, Hypersthen, seltenem Augit, etwas Biotit, grünem Spinell; ebenso auf Sumatra. Mehrorts in Finnland (mit grüner Hornblende).

Scyelit ist ein Amphibolperidotit mit reichlichem, bräunlichgrünem Glimmer und akzessorischem Bronzit und Chromit; Schottland.

Glimmerperidotit, ein Biotit-Olivingestein mit Eisenerz, Spinell, Apatit, z.T. auch wenig Augit, Plagioklas führend. — Im Kalten Tale bei Harzburg mit grünem Spinell und Titaneisen (Einlagerung in Norit). In Kentucki mit Perowskit, Apatit, Magnetit, Chromit; der gelblichbraune bis fast farblose Glimmer zeigt deutlich schiefe Auslöschung. In Vorderindien mit Magnetit, Titaneisen, Chromit, Perowskit, Augit, Anthophyllit und reichlichem Apatit. Die Glimmerperidotite sind durch hohen Gehalt an K_2O und Al_2O_3 von allen Peridotiten unterschieden.

Chemische Zusammensetzung:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	42,80	—	—	9,40	47,38	—	—	—	0,57	(100,15)
2.	48,95	5,69	1,20	12,11	23,49	5,33	1,58	0,79	0,18	(100,54)
3.	38,62	4,72	6,67	6,27	29,60	4,61	1,20 (Na₂O + K₂O)		7,68	(100,18)

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
4.	39,99	3,55	Sp.	8,56	41,26	4,19	—	—	2,07	(99,62)
5.	45,68	6,28	0,26	9,12	34,76	2,15	—	—	1,21	(99,46)
6.	41,44	6,63	13,87	6,30	18,42	7,20	0,24	0,93	5,60	(100,63)
7.	46,13	4,69	0,73	16,87	25,17	4,41	0,08	—	1,38	(100,54)
8.	34,98	10,80	1,42	21,33	19,30	0,43	0,17	5,42	1,28	(100,31)

1. Dunit. Dun Mountains, Neuseeland.
2. Wehrlit. Gallatin Co., Montana (mit 0,81 TiO_2, 0,05 Cr_2O_3, 0,08 MnO, 0,12 P_2O_5).
3. Wehrlit. Frankenstein im Odenwald (mit 0,81 MnO).
4. Harzburgit. Neuseeland.
5. Lherzolith. Baldissero, Piemont.
6. Amphibolperidotit. Schriesheim im Odenwalde.
7. „ Gallatin Co., Montana (mit 0,73 TiO_2, 0,04 Cr_2O_3), 0,07 P_2O_5, 0,24 S).
8. Glimmerperidotit. Kaltes Tal bei Harzburg (mit 5,18 TiO_2).

In den Osannschen Werten ist der hohe Betrag für F (f) bezeichnend, welcher bei sehr geringem c und oft ganz fehlendem a die Analysenorte an die f-Spitze des Dreiecks versetzt.

Pyroxenite.

Nach der wesentlichen Mineralzusammensetzung unterscheidet man

Bronzitit = Gestein aus Bronzit,
Hypersthenit = „ „ Hypersthen,
Diallagit = „ „ Diallag,
Websterit = rhombischer Pyroxen und Diallag oder Diopsid,
Ariégit = Pyroxen und Spinell,
Avezakit = Pyroxen, Hornblende und Titaneisen.

Bronzitit, fast nur Bronzit enthaltend, kennt man aus Piemont, aus den Pyrenäen als Gänge im Lherzolith, aus Neukaledonien in Dunit, aus Transvaal.

Hypersthenit, mit wenig Diallag (Blöcke bei Baveno); mit wenig Hornblende und Olivin (Kanada).

Diallagit: Auf Cypern in Gabbro; in der Lombardei (bei Fobello) mit etwas brauner Hornblende und Spinell; gangförmig in pyrenäischem Lherzolith.

Websterit, etwa aus gleichen Teilen rhombischem Pyroxen (Bronzit oder Hypersthen) und Diallag oder lichtgrünem Augit zusammengesetzt, mit wenig Eisenerz; sekundär sind Serpentin, Talk und Aktinolith. — In Nordkarolina mit Dunit; bei San Francisco mit Peridotiten und Gabbro; in Kanada; auf Neuseeland mit Dunit; in Piemont mit Lherzolith; bei St. Etienne in den Vogesen reich an brauner Hornblende und an Spinell.

Ariégite kommen in den Pyrenäen mit Lherzolith vor. Sie enthalten wechselnde Mengen Diallag, rhombischen Pyroxen, Hornblende, Spinell, dazu mitunter Olivin, Granat, Biotit, auch Plagioklas. Es werden Pyroxenariégite, Pyroxen-Hornblendeariégite und Hornblendeariégite unterschieden. Besonders die ersten beiden Arten führen z. T. Granat, um welchen sich gegen Plagioklas myrmekitähnliche kelyphitische Pyroxen-Spinellzonen finden. Die Hornblendeariégite bilden Übergangsglieder zum Hornblendit, ebenso der pyrenäische Avezakit, welcher in einem Gemenge von sideronitischem Titaneisen, Augit, Hornblende, Titanit und z. T. reichlichem Apatit größere Hornblenden und Titanite enthält.

Die chemische Zusammensetzung zeigen folgende Analysen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	46,30	5,27	2,59	2,92	22,42	17,30	—	—	4,02	(100,82)
2.	55,14	0,66	3,48	4,73	26,66	8,39	0,30	—	0,38	(100,25)
3.	47,09	16,99	1,62	3,60	19,22	9,20	0,50	0,25	0,83	(100,00)
4.	42,68	18,36	5,27	7,02	12,89	10,05	1,69	0,51	2,50	(100,97)
5.	31,80	10,96	12,23	9,79	8,40	17,34	0,66	0,27	1,50	(99,52)

1. Diallagit. Oberwallis.
2. Websterit. Webster Co., Nordkarolina (mit 0,03 MnO, 0,23 P_2O_5).
3. Pyroxen-Ariégit. Weiher Lherz, Pyrenäen.
4. Hornblende-Ariégit. Weiher Lherz, Pyrenäen.
5. Avezakit. Avezac, Pyrenäen (mit 3,25 TiO_2, 3,32 P_2O_5).

Die Osannschen Werte erinnern mit ihrem hohen Betrage von F an Peridotite, unterscheiden sich aber von ihnen durch größere Zahlen für C; A ist bei beiden gleich niedrig.

Spez. Gew. = 3,3 — 3,4 bei nicht zu eisenerzreichen Gesteinen.

Die Pyroxenite unterliegen leicht Umwandlungen zu Serpentin.

Hornblendit.

Dunkle, vorwiegend aus Hornblende bestehende Gesteine mit akzessorischem Pyroxen, Olivin, Biotit, selten Granat (Pyrop) oder etwas Plagioklas. Sie kommen teils mit Gabbrogesteinen und Peridotiten, teils mit Dioriten verbunden als feldspatfreie Grenzglieder vor: Am Monte Gridone (Lago Maggiore) als Bänke im Harzburgit; im Oberwallis mit Dunit; mit Lherzolith im Departement Ariège, die Hornblende z. T. in Biotit umgewandelt, mit reichlichem Titanit, spärlichem Plagioklas; in Connecticut (Litchfield) mit Diorit, Gabbro, Norit, Peridotit, Diallagit; im südlichen Teile der Brünner Eruptivmasse, fast nur aus grüner Hornblende bestehend, mit Granit, Diorit, Serpentin; bei Oberflockenbach im Odenwalde mit Diorit. Nicht hierher gehören die fast reinen Hornblendegesteine metamorpher Natur.

Die chemische Zusammensetzung zeigt viele Anklänge an die der Pyroxenite:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	39,05	21,38	6,16	4,45	7,84	18,25	—	—	1,74	(99,72)
2.	45,56	13,04	2,83	9,92	15,31	10,10	1,13	0,45	0,42	(100,17)

1. Hornblendit, Oberwallis (mit 0,85 TiO_2).
2. „ Brünner Eruptivmasse (mit 0,16 MnO, 0,25 P_2O_5).

Eruptive Erzgesteine.

Eruptive Erzgesteine stehen teils mit Gabbro und seinen dunklen Spaltungsprodukten und Anorthositen, teils mit Syeniten und syenitischen Porphyren in Verbindung.

1. Die mit Gliedern der Gabbrofamilie und mit Anorthositen zusammenhängenden Erzgesteine führen hauptsächlich Magnetit oder Titaneisen. Übergänge vermitteln u. a. der magnetitreiche Koßwit und der titaneisenreiche Avezakit. Als mächtige Schliere im Olivin-Hyperit sitzt der Olivin-Magnetitfels des Taberges in Småland (Abb. 10), aus titanhaltigem Magnetit, Olivin, etwas Biotit und Plagioklas bestehend. Ähnliche Vorkommen finden sich bei Långhoult in Småland und Ransberg in Westergötland. Aluminiumreiche Gesteine liegen im Magnetit-Spinellit aus dem Gabbro von Norrbotten in Schweden vor (titanhaltiger Magnetit, Titaneisen, Spinell, Olivin, Pyroxen, etwas Magnetkies), auch im Korund und Sillimanit führenden Magnetit-Spinellit aus dem Olivinnorit von Westchester Co., N.-York. Aus Transvaal kennt man Magnetitmassen in Norit, von Kragerö (Norwegen) Ilmenit-Enstatitfels in Hyperit.

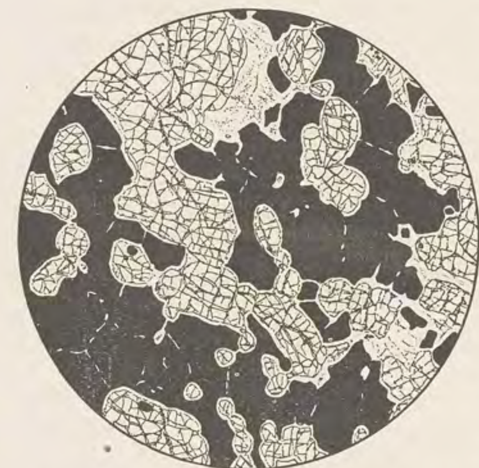


Abb. 10. Olivin-Magnetitfels. Taberg (Schweden). Olivin in sideronitischem Magnetit. Vergr. 20.

An Anorthosite gebunden sind die titanhaltigen Magnetitmassen der Lofoten und der Adirondacks (N.-York) und die Titaneisenausscheidungen von Ekersund (Blaafjeld), welche noch Hypersthen, etwas Labradorit, Chromspinell, Pyrit und sehr wenig Apatit führen, und von Kanada (Quebeck und Ontario).

2. Von Augitsyenit (und syenitischen Porphyren) begleitet werden die z. T. apatitreichen Magnetitmassen von Kiirunavaara, die gelegentlich vereinzelt Augit, Uralit, Turmalin und Talk enthalten, und die bisweilen Hornblende, Korund und Apatit führenden Magnetitgesteine von Gellivare, beide im nördlichen Schweden. Im Verbande mit Orthoklasporphyr treten die Magnetitfelse an der Wyssokaja Gora bei Nischne Tagilsk und am Blagodat im Ural auf.

Chemische Zusammensetzung. Die folgenden Analysen zeigen viele gemeinsame Züge mit solchen von Peridotiten; nur herrschen hier statt MgO die Eisenoxyde vor und SiO_2 geht noch weiter herab.

	SiO_2	TiO_2	P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	
1.	21,25	6,49	0,13	5,55	—	43,45	0,40	18,30	1,65	(99,83)
2.	2,85	—	0,09	1,80	75,40	16,71	1,21	0,98	0,99	(100,09)

1. Olivin-Magnetitfels. Taberg, Småland (mit 2,60 H_2O und 0,01 S).
2. Magnetitfels. Wyssokaja Gora, Ural (mit 0,06 Cu und Spur S).

Im Dreieck fallen die Analysenorte in den Bereich der Peridotite.

Rückblick. Ganggefolge.

In der Gesamtheit der bisher behandelten Gesteine vom Granit bis zum Gabbro macht sich ebenso wie innerhalb der einzelnen Familien schon äußerlich ein Gegensatz zwischen hellen und dunklen Gesteinen bemerkbar, hervorgerufen durch Vorwiegen oder Zurücktreten der hellen oder dunklen Gemengteile. Im chemischen Bilde spricht sich dies darin aus, daß in den hellen (leukokraten) Gesteinen die Alkalien (R_2O), in der dunklen (melanokraten) die Verbindungen zweiwertiger Metalle, CaO, MgO, FeO (RO) reichlicher vertreten sind, wobei zugleich im allgemeinen Al_2O_3 steigt, SiO_2 abnimmt. Indessen bilden die mannigfachen Gesteine vom Granit bis zum Gabbro nicht nur eine einzige, sondern eine ganze Anzahl Reihen. Sie werden u. a. durch die in gemischten Tiefengesteinskörpern, besonders Lakkolithen und Stöcken gewöhnlich durch Übergänge miteinander verbundenen, verschiedenen Gesteinsarten und Abarten streckenweise angedeutet, selten vollständiger dargeboten. Solche Reihen sind z. B.: Granit-Granitit-Glimmersyenit: Granitit-Hornblendegranitit-Hornblendesyenit-Augitsyenit; oder unter Umgehung der Syenite: Granitit-Quarzdiorit-Augitdiorit-Gabbro und ähnliche.

Die Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung der Eruptivgesteine erklärt man durch mehr oder weniger weit vorgeschrittene Spaltung eines Stammmagmas in chemisch differente Teilmagmen, Magmaspaltung, Magmadifferenzierung. Als weiterer Vorgang kommt dann die während der Abkühlung und Erstarrung erfolgende Sonderung eines abgespaltenen Magmas in die verschiedenen Mineralgemengteile des werdenden Gesteins hinzu, die Kristallisationsdifferenzierung. Es handelt sich hierbei gleichfalls um eine Auseinanderlegung des Magmas in Portionen von verschiedener chemischer Zusammensetzung, nur daß die Sonderung hier an unzähligen Orten je in kleinen Mengen erfolgt, während sich bei der Magmaspaltung der Vorgang an einem oder an wenigen Orten in großem Maßstabe vollzieht. — Immer handelt es sich bei Spaltungsvorgängen in erster Linie um Anreicherung der Alkalien auf der einen, von RO auf der anderen Seite. Das führt, wenn weit genug fortgesetzt, schließlich zur Bildung von Gesteinen, die wesentlich nur aus einem Minerale bestehen: Plagioklasfelse aus Diorit, Gabbro und Charnockit; Alaskyt, eine wesentlich aus Alkalifeldspat und Quarz bestehende Abart des Granits (Alaska, Nevada); Dunit, Diallagit, Bronzitit, Hornblendit, Magnetitfels u. dgl.

Dieselben Gegensätze zwischen hellen und dunklen Spaltungsprodukten treten auch in den fast immer gangförmigen Magmanachschüben auf, welche jede größere Tiefengesteinsmasse begleiten und Zeugnis von einer inzwischen stattgefundenen weiteren Spaltung des Magmas geben; dazu kommen gewöhnlich noch Nachschübe ungespaltenen Magmas in Gangform. Es gibt also unter diesem Ganggefolge, wenn es vollständig entwickelt ist,

1. Gesteine von gleicher chemischer Zusammensetzung mit dem Hauptmagma, aber anderer Struktur; das sind aschiste Gänge oder Plutonitporphyre oder granitoporphyrische Gänge;

2. Gesteine von abweichender chemischer Zusammensetzung, diaschiste Gänge oder Schizolithporphyre, und zwar teils heller, saurer und alkalireicher als das Hauptmagma: Aplite und Pegmatite, oder dunkler, basischer und reicher an zweiwertigen Metallen: Lamprophyre. Das Ganggefolge ist bei Alkali-Kalkgesteinen ein ganz anderes als bei Alkaligesteinen.

1. GRANITOPORPHYRISCHE GESTEINE.

Die granitoporphyrischen Gesteine sind vollkristallin-porphyrische Felsarten mit hellen und dunklen Gemengteilen als Einsprenglingen in einer nicht völlig dichten (wie bei den Ergußgesteinen), sondern für das bloße Auge deutlich feinkörnigen Grundmasse. Jede Tiefengesteinsfamilie vom Granit bis zum Gabbro hat ihre zugehörige granitoporphyrische Ausbildungsform, die außer in selbständigen Gängen auch als Rand- oder Apophysenmodifikation auftreten kann. Es gibt also Granitporphyr, Syenitporphyr, Dioritporphyrit, Gabbro- und Noritporphyrit.

a) Granitporphyr, die verbreitetste Art, ist vollkristallin (holokristallin)-porphyrisch von mäßig dunkelgrauer oder bräunlicher Farbe. In einer für das bloße Auge nicht völlig dichten, sondern eben noch als körnig erkennbaren Grundmasse liegen porphyrische Ausscheidungen von Orthoklas und Kalk-Natronfeldspat, Quarz, Biotit, Pyroxen, selten Amphibol; die gewöhnlichsten Akzessorien sind Apatit, Zirkon, Eisenerze.

Die Grundmasse, stets ohne Glasreste, besteht oft nur aus Orthoklas und Quarz in mikrogranitischer, schriftgranitischer oder poikilitischer Verwachsung (bei letzterer liegen rundliche Quarzkörner regellos in größeren Orthoklasen); manche Arten enthalten dazu noch Plagioklas, Biotit, Pyroxen. — Die Einsprenglinge von Orthoklas, meist rot, sind dicktafelig nach M oder prismatisch nach der Klinodiagonale, häufig Karlsbader Zwillinge, bisweilen mit zonar gelagerten Biotit-

schüppchen versehen, auch wohl perthitisch (Beucha bei Leipzig). Der Plagioklas gehört dem Oligoklas an (in pyroxenreichen Arten dem Labrador) und ist meist weiß oder grünlich. Quarz bildet Dihexaëder, bisweilen mit schmalem Prisma, führt Glas und Flüssigkeitseinschlüsse und ist oft magmatisch korrodiert. Der Glimmer ist meist Biotit in sechsseitigen, oft gebogenen Täfelchen; selten tritt Muscovit hinzu; ebenso selten ist gemeine grüne Hornblende. Von Pyroxenen finden sich Diopsid, dazu in der Leipziger Gegend nicht selten Enstatit oder Bronzit, beide mit bastitischer Zersetzung. Die Umwandlung der übrigen Gemengteile verläuft wie im Granit. — Außer den häufigen Akzessorien Apatit, Zirkon, Magnetit, Titaneisen sind seltener vertreten Granat (Beucha), Turmalin (Elba), Cordierit (und Pinit) bei Campiglia Maritima (Italien).

Man unterscheidet 1. Biotitgranitporphyr. Die erzgebirgischen Vorkommnisse (Gegend von Dippoldiswalde) zeigen die roten Orthoklaseinsprenglinge von Plagioklas umrindet, bisweilen recht reichlich Quarz und zahlreiche Biotitschüppchen auch in der Grundmasse. Verbreitet im Odenwalde, Schwarzwalde, Riesengebirge, Bayrischen Walde. — Alaskitporphyr, nahezu glimmerfrei, in einer Abart mit Skapolith als Vertreter eines Teils des Plagioklases, ist aus Alaska bekannt. — 2. Zweiglimmer-Granitporphyr findet sich im Fichtelgebirge und in etwas abweichender Ausbildung in Cornwall, hier Elvan genannt. — 3. Pyroxengranitporphyr ist besonders im Leipziger Kreise verbreitet, führt Einsprenglinge von (oft perthitischem) rotem Orthoklas, grünlichem Plagioklas, Quarz, kleine Diopside und rhombische Pyroxene neben Biotit; von letzterem wie auch von Pyroxenen stammt der reichliche Chlorit. Die Gesteine enthalten neben biotit- und pyroxenreichen Schlieren auch helle, von dunklen Gemengteilen freie. Bemerkenswert sind zahlreiche Einschlüsse von Kontaktgesteinen, die wohl einem durchbrochenen, granitischen Kontakthofe in der Tiefe entstammen und durch den Granitporphyr z. T. mit Spinell, Korund, Glaseinschlüssen und aus Chlorit entstandenem Biotit ausgestattet wurden. — Hornblende und Diopsid führende Granitporphyre kommen am Hochfeld in den Vogesen vor.

Die chemische Zusammensetzung ist die der entsprechenden Granite:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	72,48	14,06	0,89	1,05	0,62	2,17	3,30	4,75	0,51	(100,28)
2.	67,31	11,41	6,07	1,32	1,23	1,33	2,80	5,24	1,56	(98,57)
3.	67,25	17,19	1,35	—	2,12	3,50	1,84	5,82	0,88	(99,95)
4.	63,45	15,16	2,50	2,66	1,25	1,29	4,70	6,60	1,32	(100,16)
4a.	76,80	10,77	1,32	0,05	0,18	0,55	2,00	6,99	0,98	(99,98)

1. Biotitgranitporphyr. Yosemite-Tal, Kalifornien (mit 0,28 TiO_2, 0,09 P_2O_5, 0,08 BaO).
2. Biotitgranitporphyr. Altenberg, Erzgebirge (mit 0,30 P_2O_5).
3. „ Ober-Ramstadt, Odenwald.
4. Pyroxengranitporphyr. Ammelshain bei Leipzig (mit 0,60 TiO_2, 0,05 ZrO_2, 0,23 P_2O_5, 0,20 CO_2, 0,15 MnO); sp. G. 2,627.

4a. Helle Schliere aus 4 (mit 0,17 TiO_2, 0,08 CO_2); sp. G. 2,559.

b) Syenitporphyr, gelbliche, bräunliche oder grünlichgraue Gesteine, die in vollkristalliner, sehr feinkörniger Grundmasse aus kurzrechteckigen, rundlichen, seltener mehr leistenförmigen Feldspaten, unter welchen Orthoklas vorwiegt, wenig Quarz und meist spärlichen dunklen Gemengteilen (Biotit, Hornblende, Diopsid) und sekundärem Chlorit, Calcit, Epidot porphyrische Ausscheidungen enthalten. Dies sind Feldspat und Hornblende: Hornblendesyenitporphyr (nördliche Vogesen; glimmerreich bei Schönau im südlichen Schwarzwalde) oder Feldspat und Biotit: Biotitsyenitporphyr, z. T. mit Diopsid (südliche Vogesen; Gegend von Triberg im Schwarzwalde) oder Feldspat und Augit: Augitsyenitporphyr (Krim, Montenegro mit sanidinähnlichem Orthoklas und deswegen trachytischem Habitus).

Die chemische Zusammensetzung ist aus folgenden Analysen ersichtlich:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	62,07	18,59	6,19	0,06	1,94	5,03	2,46	3,01	1,50	(100,85)
2.	63,76	16,19	4,10	1,12	2,50	3,32	1,73	3,74	1,79	(100,14)
3.	62,80	15,94	4,36	—	3,96	3,54	2,59	5,78	0,74	(100,07)

1. Hornblendesyenitporphyr. Andlautal, Vogesen; sp. G. 2,727.
2. Biotitsyenitporphyr. Triberg, Schwarzwald (mit 1,53 CO_2, 0,36 MnO).
3. Glimmer-Augitsyenitporphyr. Klein-Rumbachtal bei Weiler, Vogesen.

c) Dioritporphyrit, grünlich bis grau, vollkristallin-porphyrisch, von der Mineralzusammensetzung der Diorite. Die feinkörnige Grundmasse besteht vorwiegend aus Plagioklas, manchmal etwas Orthoklas, meist Quarz und wenig dunklen Gemengteilen. Einsprenglinge sind Plagioklas und Hornblende, Biotit oder Augit, in Unterabteilungen auch Quarz. Darnach unterscheidet man 1. Glimmerdioritporphyrit und Quarz-Glimmerdioritporphyrit (im Schwarzwalde bei Triberg, Fichtelgebirge und Böhmerwalde), zu denen auch die Tonalitporphyrite des Adamellogebietes und des Rieserferner gehören; 2. Hornblendedioritporphyrit und Quarz-Hornblendedioritporphyrit, von denen z. B. nur Hornblende führende Arten aus dem französischen Esterelgebirge, von Weißenburg im Elsaß,

aus dem Bayrischen Walde (sogen. Nadeldiorite), diopsidhaltig von St. Nabor in den Vogesen, mit Quarz und etwas Bronzit von Quenast aus den belgischen Ardennen bekannt sind.

Hierher gehört auch eine Reihe alpiner Vorkommen: in den Ortler Alpen der grüne Ortlerit in augitführenden und augitfreien Varietäten, mit grüner, automorpher Hornblende als Einsprenglinge, die Grundmasse frei von dunklen Gemengteilen, aus rechteckigen Feldspattäfelchen oder fluidalen, dünnen Feldspatleistchen bestehend; ferner der graue, andesitartige Suldenit, der neben grüner Hornblende auch spärlich Augit, reichlicher Biotit und Quarz unter den Einsprenglingen, in der Grundmasse außer vorherrschendem, kurzrechteckigem Feldspat wenig Hornblende und Quarz enthält (Suldengletscher); ferner der dunkle Vintlit mit Hornblende und Labradoreinsprenglingen in diopsidreicher Feldspat-Hornblendegrundmasse.

3. Augitdioritporphyrit, welchen man mit uralitisiertem Augit aus dem Tonalitgebiete (Monte Aviolo) kennt. Alle diese Gesteinstypen sind durch Übergänge miteinander verbunden.

Die chemische Zusammensetzung zeigt durchaus dioritische Züge:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	64,94	17,50	0,69	3,94	2,83	2,59	3,44	3,11	1,36	(100,40)
2.	63,16	17,21	2,43	2,30	1,27	6,27	4,70	1,84	0,69	(100,29)
3.	48,95	14,80	8,42	10,23	2,08	7,40	3,23	2,97	1,76	(99,84)
4.	54,90	16,32	6,52	5,81	1,66	6,80	3,87	1,61	2,47	(99,96)

1. Quarz-Glimmerdioritporphyrit. Unterkirnach, Schwarzwald; sp. G. 2,72.
2. Hornblendedioritporphyrit. Henry Mts., U. S. A. (mit 0,21 TiO_2, 0,12 P_2O_5, 0,09 BaO).
3. Ortlerit. Zufallspitze, Tirol; sp. G. 2,832.
4. Suldenit, augitreich. Suldengletscher, Tirol; sp. G. 2,775.

d) Gabbroporphyrit, vollkristallin-porphyrische Gesteine, die in grünlichgrauer Grundmasse aus Labradorit, Diallag, Hypersthen und Magnetit Einsprenglinge von Labradorit enthalten (Frankenstein im Odenwalde), auch wohl wenig Quarz in mikropegmatitischer Verwachsung mit Feldspat in der Grundmasse aufweisen (Ontario; Nationalpark, hier auch biotitreich als Glimmer-Gabbroporphyrit), selten keinen Feldspat, sondern Augit und Olivin als Einsprenglinge führen (Olivin-Gabbroporphyrit des nördliches Ural).

Die chemische Zusammensetzung hat echt gabbroiden Charakter:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	51,81	15,24	3,66	4,86	8,89	9,06	2,83	2,08	0,67	(100,13)
2.	46,56	12,33	6,02	7,09	12.49	13,18	1,75	0,24	0,54	(100,20)

1. Gabbroporphyrit. Hurricane Ridge, Nationalpark, U. S. A. (mit 0,77 TiO_2, 0,18 P_2O_5, 0,08 MnO).
2. Olivin-Gabbroporphyrit. Nördlicher Ural.

2. APLITISCHE GESTEINE.

In den aplitischen Gesteinen liegen Spaltungsprodukte vor, welche reicher an hellen, ärmer an dunklen Gemengteilen und deshalb saurer als das zugehörige Tiefengestein sind. Makroskopisch zeichnen sie sich durch eine sehr gleichmäßig feinkörnige, an das sog. Zuckerkörnige erinnernde Struktur aus. Im Dünnschliffe zeigen alle Hauptgemengteile eine angenähert automorphe (idiomorphe) Ausbildung. Das Eigentümliche dieser panidiomorph-körnigen Struktur ersieht man aus einem Vergleich von beistehender Abb. 11 mit Abb. 1, S. 3 und Abb. 2, S. 4, und von Abb. 12 auf auf S. 38 mit Abb. 8, S. 21, also je eines Aplits mit seinem Tiefengestein. Porphyrische Struktur ist selten (Aplitporphyre); die Einsprenglinge sind dann spärlich und klein und gehören in der Regel nur dem Feldspat an. — Jede Tiefengesteinsfamilie hat ihre Aplite; es gibt also



Abb. 11. Granitaplit. Kasperberg, Warnsdorf in Böhmen. Quarz (hell), Feldspate (trübe), wenig Muscovit. Panidiomorph-körnige Struktur. — Vergr. 20.

a) Granitaplit, hell, feinkörnig, von panidiomorph-körniger Struktur (Abb. 11), aus Orthoklas oder Mikroklin, Quarz, wenig Oligoklas und spärlichen farbigen Gemengteilen bestehend; diese sind meist Glimmer (besonders Muscovit), in Charnockitgebieten auch Hornblende oder Bronzit. Akzessorisch finden sich Zirkon, Apatit, hin und wieder Turmalin, welcher im Turmalinaplit (Heidelberg) den Biotit ganz ersetzt.

Hellgraue bis bräunlichgraue Granitaplitporphyre mit wenigen, kleinen Einsprenglingen von Orthoklas und Quarz sind die Alsbachite vom Melibocus im Odenwalde, welche oft infolge starker Pressung Kataklasstruktur und Schieferung zeigen.

Die chemische Zusammensetzung ist gegenüber der der Granite durch höhere SiO_2 und Alkalien, niedrigere Summe zweiwertiger Metalle ausgezeichnet; sie führt zu den Alkaligesteinen hinüber.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	77,34	14,26	0,94	—	0,08	0,83	2,45	4,82	0,28	(101,00)
2.	75,97	10,84	2,03	—	0,16	1,01	4,23	4,91	0,49	(99,64)
3.	74,13	12,61	2,87	1,02	0,23	1,60	4,55	2,13	0,66	(99,80)

1. Granitaplit. Kirnecktal bei Barr, Vogesen; sp. G. 2,614.
2. „ Melibocus, Odenwald.
3. Alsbachit. Melibocus, Odenwald.

Granitaplite sitzen als Gänge in Graniten und den mit ihnen verbundenen Tiefengesteinen (Syenit, Diorit, selten in Gabbro), bilden auch hin und wieder die Randfazies granitischer Körper.

Die Aplite sind von den Graniten in chemischer Beziehung, wie auch nach Struktur und Mineralgehalt nicht durch eine Lücke getrennt, sondern durch Zwischenglieder verbunden. Derartige, den Übergang vermittelnde aplitische Ganggranite sind u. a aus dem Meißener Massiv in großer Zahl bekannt. — Die sauersten Endglieder der Aplitreihe bilden eruptive Quarzgänge, welche z. B. im westlichen Erzgebirge (Theuma, Tirpersdorf) außer weit vorwaltendem Quarz noch etwas Muscovit, Biotit, Granat, Pinit, Apatit, Spinell, Korund, Magnetit, Rutil, Zirkon, selten Turmalin und Wolframit enthalten. Man kennt sie auch aus dem südafrikanischen Sikukunilande.

b) Syenitaplit. Die hellen Gesteine enthalten vorwaltend Orthoklas oder Mikroklin, spärlich Biotit und Hornblende oder letztere allein oder Diopsid. Akzessorisch findet sich in den glimmerführenden Arten etwas Quarz, in den hornblendehaltigen öfter Titanit, in beiden Apatit, wenig Zirkon und Eisenerz. Diese seltenen Gesteine kennt man mit Biotit und Hornblende aus dem Meißener Massiv, mit Hornblende aus dem Odenwalde (Eberstadt), mit Diopsid aus Alaska. Das Gestein von Wahnitz bei Meißen ergab 65,64 SiO_2, 0,29 TiO_2, 0,15 P_2O_5, 13,14 Al_2O_3, 5,25 Fe_2O_3, 1,31 FeO, 2,02 MgO, 2,86 CaO, 4,32 Na_2O, 4,87 K_2O, 0,77 H_2O (100,63).

c) Dioritaplit, wesentlich aus Plagioklas (Oligoklas bis Andesin) und wechselnden Mengen von Biotit, Hornblende und Quarz bestehend, bisweilen mit geringem Orthoklasgehalt, der im hornblendefreien Tonalitaplit (Rieserferner in den Tauern) bedeutender wird. — Ähnliche Gesteine mit geringerem SiO_2 und Eisenoxyden, größerem CaO und besonders Al_2O_3, ärmer an Biotit und Hornblende, auch etwas Muscovit führend, sind die Plagiaplite aus dem nördlichen

Ural. — Albitit, bald wesentlich nur aus Albit bestehend, bald mit Quarz und Muscovit, kommt im Diorit der kalifornischen Sierra Nevada und im Gabbro des nördlichen Ural vor.

Die chemische Zusammensetzung zeigt gegenüber den Dioriten dieselben Abweichungen wie Granitaplite gegenüber Graniten, bei alledem aber dioritischen Charakter. Im Albitit (Nr. 4) ist der Molekularwert von Al_2O_3 kleiner als die Molekularsumme der Alkalien, ein Anklang an Alkaligesteine.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	73,63	12,89	—	2,46	0,57	1,37	5,28	3,67	0,81	(100,68)
2.	69,66	17,57	0,21	1,04	0,58	4,54	4,91	0,71	0,50	(100,04)
3.	60,42	23,38	0,52	—	0,36	7,68	6,93	0,48	1,81	(101,58)
4.	67,53	18,57	1,13	0,08	0,24	0,55	11,50	0,10	0,31	(100,19)

1. Dioritaplit. Insel Ornö bei Stockholm.
2. „ Sierra Nevada, Kalifornien (mit 0,21 TiO_2, 0,03 P_2O_5, 0,03 BaO, 0,05 SrO).
3. Plagiaplit. Koßwinsky Kamen, Nordural.
4. Albitit. Sierra Nevada, Kalifornien (mit 0,07 TiO_2, 0,11 P_2O_5).

d) Gabbroaplit, hell, panidiomorph-körnig, mit Labradorit, Orthoklas, Mikroklin, etwas Quarz, dazu Diallag, Hypersthen und Magnetit (Insel Rum, Hebriden) oder mit Hornblende als dunklen Gemengteil und quarzfrei (Neurode in Schlesien). Dunkelgraue, an Eisenoxyden und MgO reichere Aplite der Gabbroreihe liegen in den panidiomorph-körnigen Beerbachiten vor (Abb. 12), welche außer Bytownit und Eisenerzen Pyroxen (Diallag, Hypersthen), oder seltener braune Hornblende, z. T. auch Olivin führen; u. a. im Gabbro des Odenwaldes (Frankenstein), von Harzburg, dem nördlichen Ural, auf Rum (Hebriden).



Abb. 12. Beerbachit. Frankenstein, Odenwald. Panidiomorph-körnig. Plagioklas (hell), Pyroxen (dunkel), Eisenerz (schwarz). Vergr. 30.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	47,31	28,52	0,21	4,50	0,19	14,55	2,59	0,81	0,93	(99,83)
2.	47,21	20,52	7,48	5,32	4,16	8,63	5,17	0,33	0,34	(99,81)

1. Gabbroaplit. Neurode, Schlesien (mit 0,05 TiO_2, 0,08 P_2O_5, 0,09 MnO).
2. Beerbachit. Frankenstein, Odenwald (mit 0,46 P_2O_5, 0,19 FeS_2).

Pegmatite.

Pegmatite sind helle, in den chemischen Hauptzügen den Apliten gleichwertige Gesteine, deren Bildung unter reichlicher Beteiligung sogen. mineralbildender Gase (H_2O, B- und F-Verbindungen) vor sich ging. Daher kommt die bedeutende Korngröße, wobei die Gemengteile im allgemeinen gleichzeitig gebildet werden und sehr gewöhnlich schriftgranitische Verwachsung zeigen (Unterschied von grobkörnigen Tiefengesteinen, in denen eine bestimmte Ausscheidungsfolge die Struktur bestimmt). Von der Mitwirkung jener Gase zeugen auch die so häufig vorhandenen pneumatolytischen Mineralien, wie Turmalin, Topas, Lithiumglimmer, Beryll. Die Pegmatite bilden selbständige Gänge von z. T. stark wechselnder Mächtigkeit in ein und demselben Vorkommen und nicht seltener drusiger Ausbildung, erscheinen auch (Granitpegmatite) als Salbänder von Apliten und Schlieren in Tiefengesteinen. Da zu jeder Tiefengesteinsgruppe Pegmatite vorkommen, unterscheidet man Granitpegmatit, die verbreitetste Art, mit Orthoklas oder Mikroklin, Muscovit oder Lithiumglimmer, weniger mit Biotit, dazu mit zahlreichen Nebengemengteilen (am häufigsten Turmalin), fast in allen Granitgebieten vorhanden; Syenitpegmatit und Dioritpegmatit, seltene Gesteine (am Rieserferner hornblendefreie Tonalitpegmatite), ebenso Gabbropegmatit (Veltlin) und Noritpegmatit (Paulsinsel an der Küste von Labrador, mit schillerndem Labradorit, Hypersthen und Titaneisenerz).

3. LAMPROPHYRISCHE GESTEINE.

Als Lamprophyre bezeichnet man die den hellen, sauren Apliten entgegengesetzten dunklen, basischen Spaltungsprodukte. Die Gesteine sind quarzarm bis quarzfrei, reich an dunklen Gemengteilen (Biotit, Hornblende, Augit) und Apatit, enthalten oft auch Olivin. Bei der meist porphyrischen Ausbildung sind mit seltenen Ausnahmen nur dunkle Gemengteile als Einsprenglinge vorhanden. — Nach dem Mineralbestande gliedern sich die Lamprophyre in folgende, durch Übergänge verbundene Gruppen:

1. Mit Orthoklas; dazu vorwiegend	Biotit	Minette
„ „	Hornblende (Augit).	Vogesit
2. „ Plagioklas; „ „	Biotit	Kersantit
„ „	Hornblende (Augit) .	Spessartit (u. Malchit)
3. Fast feldspatfrei, mit Olivin und Diopsid		Garewait.

1. Minette. In dunkelgrauer bis schwarzer, im unfrischen Gestein rötlich- oder schwärzlichbrauner, panidiomorph-körniger Grundmasse aus rötlichem Orthoklas, Biotitschüppchen, Eisenerzkörnern, großen Apatiten, hin und wieder auch wenig xenomorphem Quarz liegen als Einsprenglinge größere sechsseitige, oft zonale und tief korrodierte Biotittafeln (Abb. 13); mikroporphyrisch erscheint gern automorpher Diopsid, oft in chlorit- und serpentinartige Massen und Calcit zersetzt, manchmal auch Olivin, in Serpentin oder Calcit oder pilitische Hornblende umgewandelt, selten bräunlichgrüne Hornblende. Nach dem Vorwiegen von Augit oder Hornblende unter den mikroporphyrischen Kristallen wird Augit- und Hornblendeminette unterschieden; erstere ist die weitaus häufigere, letztere und reine Glimmerminette recht selten. — Verbreitet als Gänge im Granit: Vogesen, Erzgebirge, Odenwald (hier nicht selten mit kugeliger Struktur als Kugelminette), Fichtelgebirge, Schlesien.

Abb. 13. Minette. St. Michaelis bei Freiberg, Erzgebirge. Vergr. 20.

Die chemische Zusammensetzung zeigt den Graniten gegenüber deutlich lamprophyrischen Charakter: geringeren Betrag von SiO_2, größeren von Fe-Oxyden, CaO, MgO.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	59,52	13,65	0,21	5,33	5,11	5,12	2,58	6,26	1,66	(100,62)
2.	57,37	13,84	2,44	3,44	6,05	5,53	1,53	4,47	3,17	(100,01)
3.	52,70	15,07	8,41	—	7,23	5,33	3,12	4,81	2,38	(100,76)

1. Augitminette. Wehratal, Schwarzwald (mit 0,96 MnO, 0,22 P_2O_5).
2. „ Heppenheim, Odenwald (mit 0,37 P_2O_5, 0,67 CO_2, 1,13 FeS_2).
3. „ Weiler bei Weißenburg, Elsaß (mit 1,71 TiO_2).

2. Vogesit. Dunkelbräunlich- oder grünlichgraue Gesteine mit panidiomorph-körniger Grundmasse aus Orthoklas, etwas Plagioklas, bräunlichgrüner Hornblende (Abb. 14), zu welcher sich in verschiedener Menge Diopsid gesellen kann; Quarz fehlt oft ganz. Apatit ist reichlich, zersetzter Olivin mitunter vorhanden, an Einsprenglingen entweder Hornblende oder Diopsid oder beide in mitunter rasch wechselndem Mengenverhältnis innerhalb desselben Gesteinskörpers. Verwitterungsprodukte sind die gleichen wie bei Minetten. Je nach dem Vorwiegen von Hornblende oder Diopsid im Gestein unterscheidet man Hornblende- und Augitvogesit. — Die Vogesite bilden Gänge im Granit der Vogesen (besonders im Norden um Hohwald), des Odenwaldes, Erzgebirges, Schlesiens (Reichenbach).



Abb. 14. Hornblendevogesit. Graupen, böhmisches Erzgebirge. — Vergr. 20.

In der chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich die Vogesite von den Minetten durch größeren Betrag von MgO, CaO und Eisenoxyden bei geringerer SiO_2-Menge:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	51,22	12,28	6,08	4,86	9,62	6,78	2,54	3,26	2,60	(100,15)
2.	48,43	11,41	12,32	0,64	8,23	9,97	3,59	3,21	1,33	(99,47)

1. Augit-Hornblendevogesit. Niederthalheim, Schlesien (mit 0,54 TiO_2, 0,37 P_2O_5); spez. G. 2,818.
2. Hornblendevogesit. Forsthaus Welschbruch bei Hohwald, Vogesen (mit 0,34 MnO); spez. G. 2,929.

3. Kersantit. Die dunkelgrün- oder braungrauen Gesteine enthalten bald mehr, bald weniger deutlich Einsprenglinge von Biotit (Abb. 15) in einer panidiomorph-feinkörnigen Grundmasse aus Plagioklas und Biotit, wechselnden Mengen von Quarz, meist Diopsid (oft mit Picotit- oder Chromitkriställchen, gern weitgehend in Calcit, Serpentin, Chlorit und Quarz zersetzt), in manchen Arten Olivin, der bisweilen pilitisch umgewandelt ist, gelegentlich Orthoklas, selten bräunliche, primäre Hornblende. Sekundärer Natur sind Chlorit und

Calcit. An den Salbändern wird die Grundmasse mitunter völlig dicht, in der Mitte mächtigerer Gänge öfter kleinkörnig, wobei der Gegensatz zwischen Grundmasse und Einsprenglingen verschwindet.

Im Erzgebirge; in der Lausitz; im Harz bei Michaelstein (Blankenburg) mit Anomit als Einsprengling, in der Grundmasse Enstatit, ist berühmt durch seinen Reichtum an eingeschlossenen Kontaktgesteinen mit Granat, Sillimanit, Cyanit, Cordierit, Spinell, Korund, führt auch diese Mineralien, besonders Granat und Cordierit, vereinzelt im Gestein; im südlichen Thüringen; im Frankenwalde; im Spessart mit großen Quarz- und Feldspatbrocken, die aus dem durchbrochenen Grundgebirge stammen (Gümbels Aschaffit); im Odenwalde; in den Vogesen; im niederösterreichischen Waldviertel; typische Gesteine in der Bretagne (von dem Orte Kersanton stammt der Name).



Abb. 15. Kersantit. Markirch, Vogesen. Vergr. 20.

Die chemische Zusammensetzung ist meist durch vorgeschrittene Zersetzung etwas verändert, 3 bis 4 % CO_2 keine Seltenheit; in Analyse 2 ist CO_2 nicht bestimmt worden.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	51,80	16,65	4,93	2,14	6,90	7,35	3,68	4,05	1,32	(99,61)
2.	49,16	14,17	4,62	6,60	7,01	6,45	4,61	2,23	4,22	(99,49)
3.	54,37	15,17	2,76	4,64	5,89	4,05	3,21	4,66	3,49	(100,19)

1. Kersantit. Stengerts bei Aschaffenburg, Spessart (mit 0,50 CO_2, 0,29 MnO).
2. „ Bärenstein bei Lehesten, Thüringen (mit 0,42 TiO_2).
3. „ Mittel aus 12 Analysen (dazu 0,73 TiO_2, 0,37 P_2O_5, 0,82 CO_2, 0,13 MnO).

4. Spessartit enthält wesentlich basischen Plagioklas und braune oder olivgrüne Hornblende, dazu oft Diopsid; gelegentlich findet sich wenig Quarz und Orthoklas, umgewandelter Olivin, akzessorisch Apatit und Eisenerz. Die Gesteine sind bald panidiomorph-körnig und einsprenglingsfrei, bald vollkristallin-porphyrisch; dann bilden Hornblende oder Diopsid oder beide die Einsprenglinge in einer Grundmasse aus filzig-feinfaseriger Hornblende und leistenförmigem Plagioklas von fluidaler Anordnung. Nach dem herrschenden dunklen Gemengteil lassen sich Augit- und (seltene) Hornblendespessartite unterscheiden.

Zunahme des Orthoklases bewirkt Übergänge in Vogesit, Eintreten von Biotit solche in Kersantit. — Gänge von Spessartit kommen im Spessart, im Odenwalde, bei Albersweiler in der Pfalz (augitfreier Hornblendespessartit), in der Lausitz, im Adamellogebiete vor.

Malchit[1]) unterscheidet sich von Spessartit hauptsächlich durch rundlich-körnige (nicht leistenförmige) verzahnte Feldspate und den fast nie fehlenden Biotit, welcher im Glimmermalchit vorwaltet. Porphyrische Arten kommen durch spärliche Einsprenglinge von Plagioklas und Hornblende zustande. Die dunkel grünlichgrauen Gesteine bilden Gänge im Odenwalde (vom Melibocus; vom Luciberge gröber, mehr hypidiomorph- als panidiomorph-körnig, mit wechselndem Gehalt an Quarz und Biotit, Luciit genannt), in der Lausitz, im Adamellogebiete (z. T. Diopsid führend), im nördlichen Ural, mehrorts in Nordamerika (Maine, Michigan, Kalifornien, in Alaska mit Hypersthen).

Aus Hornblende, Diopsid und basischem Plagioklas als wesentlichen Gemengteilen besteht auch der Odinit, enthält aber im Gegensatz zu Spessartit unter den wenigen und kleinen Einsprenglingen neben Diopsid (selten Hornblende) auch Plagioklas; die Grundmasse mit ihren feinen Plagioklasleistchen und meist hellgrünen, spießigen Hornblendenädelchen ist frei oder nahezu frei von Eisenerz; Odenwald; Prachatitz im Böhmerwalde; Adamellogebiet.

In den Analysen kommt, wie bei Vogesiten, der höhere Betrag an Fe-Oxyden und MgO + CaO gegenüber glimmerhaltigen Lamprophyren zum Ausdruck:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	54,67	12,68	11,68	2,13	6,11	4,96	3,85	3,65	2,10	(101,83)
2.	50,44	17,03	1,50	11,02	5,01	8,28	3,02	2,53	0,32	(100,05)
3.	63,18	17,03	0,24	6,37	0,92	4,17	4,44	2,91	0,52	(100,20)
4.	56,77	20,02	6,40	—	3,70	5,40	4,01	3,94	0,13	(100,37)

1. Spessartit. Waldmichelbach, Spessart.
2. „ Hutberg bei Neurode, Schlesien (mit 0,72 TiO_2, 0,18 MnO).
3. Malchit. Melibocus, Odenwald (mit 0,23 P_2O_5, 0,19 SO_3).
4. Glimmermalchit. Adamello.
5. Garewait führt Einsprenglinge von Diopsid in einer panidiomorph-körnigen Grundmasse aus Olivin, Pyroxen, z. T. sideronitischem Magnetit, etwas braunem und grünem Spinell und wenig Labradorit. Er findet sich gangförmig im Olivingabbro des nördlichen Ural; seine chemische Zusammensetzung erinnert an Pyroxenite: 50,08 SiO_2, 0,76 TiO_2, 8,13 Al_2O_3, 2,69 Fe_2O_3, 6,71 FeO, 0,49 MnO, 16,31 MgO, 11,21 CaO, 1,22 Na_2O, 0,46 K_2O, 1,40 H_2O (S: 99,46).

Übersichtlich tritt das Verhältnis von Tiefengestein, Aplit, Lamprophyr und der verschiedene Gang der Spaltung bei der Heraus-

1) Malchen = Melibocus im Odenwalde.

bildung von Glimmer- und Hornblendelamprophyren in Abb. 16 vor Augen. Auf gleiche Weise lassen sich z. B. verwerten Analyse Nr. 2 auf S. 37, Nr. 4 auf S. 7 und die Minette Nr. 2 auf S. 41 (oder der Kersantit Nr. 1 auf S. 42) und der Spessartit Nr. 1 auf S. 43. Man ersieht daraus u. a. auch, daß es sich bei der Abspaltung der Glimmerlamprophyre gar nicht um eine wesentliche Verschiebung des Alkaligehaltes handelt, welcher bei den Hornblendelamprophyren deutlich sinkt; bei diesen ist außerdem das starke Steigen der Linie für die Eisenoxyde besonders charakteristisch.

Abb. 16. Aplit-Granit-Lamprophyre.

In anderer Weise offenbart sich der Gegensatz zwischen Apliten und Lamprophyren, wenn man ihre Analysenorte in das Dreieck Abb. 17 (etwa die Aplite rot, die Lamprophyre schwarz) einträgt. Der geringere Betrag von a bei hohem f sondert die Lamprophyre als geschlossene Grupqe von den Apliten.

b) ERGUSZGESTEINE.

Ergußgesteine sind an der Erdoberfläche oder auf dem Meeresgrunde oder unter einer verhältnismäßig dünnen, für entweichende Gase leicht durchlässigen Decke erstarrte Magmamassen. Sie zeigen bei normaler Ausbildung echt porphyrische Struktur mit Einsprenglingen in einer völlig dichten, für das bloße Auge und mit der Lupe unauflösbaren Grundmasse. Die Porphyrstruktur kommt dadurch zustande, daß die Mineralbildung in der Tiefe schon beginnt (intratellurische Periode), hier die Einsprenglinge hervorbringt, dann durch den Eruptionsakt in ihrem einheitlichen Verlaufe unterbrochen wird und nach der Eruption unter ganz anderen Bedingungen (Temperatur,

Gasarmut, Druck) zu Ende geht (Effusivperiode); hierbei entsteht die Grundmasse. Mit diesem Wechsel in den Kristallisationsbedingungen hängen die häufigen Korrosions- und Resorptionserscheinungen zusammen, d. i. die teilweise oder gänzliche Wiederauflösung intratellurisch gebildeter Gemengteile (besonders Quarz, Biotit, Hornblende, Olivin), welche unter den veränderten Bedingungen nicht mehr beständfähig sind. Die rasche Erstarrung an oder nahe der Erdoberfläche führt häufig zur Bildung von Glas in der Grundmasse, welches manchmal fast allein vorhanden ist. Blasige Struktur, Fluidal-

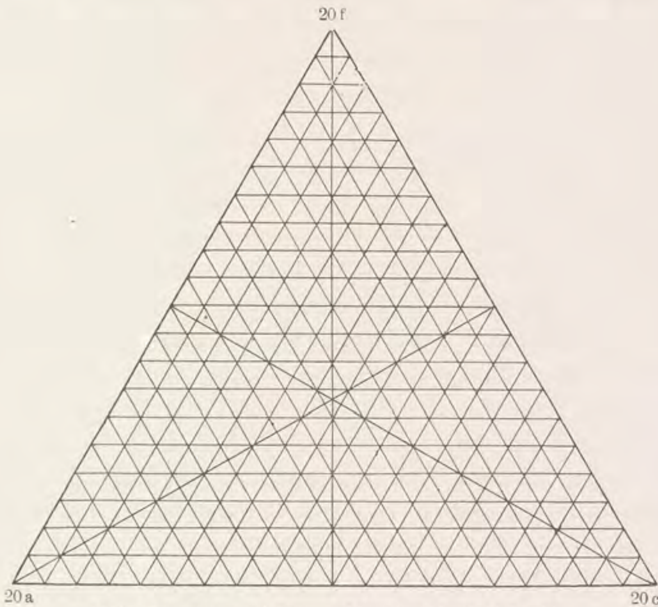


Abb. 17. Aplite und Lamprophyre der Alkali-Kalkreihe.

erscheinungen, schlackige Oberflächenformen, Begleitung von Tuffmassen sind verbreitet, die Lagerungsformen meist effusiver Natur, wie Decken, Ströme, Quellkuppen, oder intrusiver Art, wie besonders Gänge, auch Stöcke, selten Lakkolithen (Trachyte, Rhyolithe) bei echt porphyrischer Struktur. — Das rasche Entweichen der Gase und die schnelle Abkühlung verhindern die Bildung ausgedehnter Kontaktzonen im Nebengestein und das Zustandekommen weitgehender Spaltungen im Eruptivkörper.

Da jedes Magma an die Erdoberfläche gelangen kann, gehören zu jeder Tiefengesteinsfamilie auch Ergußgesteine. Nach einem noch nicht überwundenen Brauche pflegt man die tertiären bis nach-

tertiären Ergußgesteine mit anderen Namen zu belegen als ihre vortertiären Formen; so gehören zu

granitischen Magmen	Rhyolith (tertiär bis rezent)	und	Quarzporphyr (vortertiär)
syenitischen „	Trachyt „ „ „	„	Orthoklasporphyr „
dioritischen „	Andesit „ „ „	„	Porphyrit „
gabbroiden „	Plagioklasbasalt „ „	„	Melaphyr „
peridotitischen „	Pikrit.		

1. RHYOLITH UND QUARZPORPHYR.

Rhyolithe (Liparite oder Quarztrachyte) sind junge Ergußgesteine, die in gelblicher, grauer, grünlicher oder lichtrötlicher Grundmasse Einsprenglinge von Feldspat (Sanidin, Plagioklas), Quarz, oft auch Biotit, selten Hornblende oder Augit führen.

Unter den porphyrischen Ausscheidungen, die in verschiedener Menge vorhanden sind, ist am verbreitetsten Sanidin, tafelig nach M oder prismatisch nach der Klinodiagonale; Karlsbader Zwillinge und Zonenbau sind verbreitet; der Achsenwinkel ist öfter recht klein, die Achsenlage mitunter symmetrisch; gelegentlich werden Flüssigkeitseinschlüsse, häufiger Glaseinschlüsse beobachtet. Mehrfach wurde ein nicht unbeträchtlicher Natrongehalt gefunden. Plagioklas, klar und rissig, zonar, in Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbader Gesetz, gehört hauptsächlich zum Oligoklas und ist zuweilen parallel mit Sanidin verwachsen. Dihexaedrischer Quarz, meist mit den üblichen Korrosionserscheinungen, enthält außer Glaseinschlüssen nur selten wenige Flüssigkeitseinschlüsse. Biotit, braun, oft mit Opacitrand, zeigt recht verschiedenen Achsenwinkel ($2E = 0$ bis 35^0); er fehlt unter den Einsprenglingen manchmal ganz (Island). Braune Hornblende ist selten, von Pyroxenen Diopsid, meist reich an Glaseinschlüssen, ziemlich verbreitet, spärlich Bronzit oder Hypersthen; alle treten mehr mikroporphyrisch als makroskopisch auf.

Die Grundmasse ist entweder vollkristallin (seltener als bei Quarzporphyr) und besteht aus Feldspat, Quarz, oft Biotit, auch Augit, Tridymit und Erzkörnchen; schriftgranitische Ausbildung ist unbekannt; oder es herrscht Mikrofelsit, oder Glas beteiligt sich neben kristallinen Individuen oder Mikrofelsit in verschiedenem Verhältnis (hypokristalline Grundmasse). Verbreitet sind zentrische Strukturen, wobei die Fasern bald um einen Punkt sitzen (Sphärolithe), bald um eine mitunter sich gabelnde Linie sich ordnen (Axiolithe). Wenn die Kügelchen makroskopische Dimensionen erreichen, spricht man von Sphärolithfels (nicht zu verwechseln

mit dem aus schaligen Glaskügelchen bestehenden Perlit). Fluidalstruktur ist nicht selten.

Akzessorisch findet sich Tridymit als dachziegelartig gruppierte Aggregate verbreitet in der Grundmasse, mitunter makroskopisch in Drusenräumen, zurücktretend Magnetit, Zirkon, Apatit, vereinzelt roter Granat, Titanit, Cordierit (Pinit), Turmalin. — Sekundäre Gemengteile sind mit Ausnahme von Opal und Chalcedon selten (Eisenglanz, Epidot, Calcit).

Eine Einteilung der Rhyolithe nach den farbigen Gemengteilen ist bei dem üblichen Nebeneinandervorkommen derselben nicht durchführbar. — Einsprenglingsreiche Arten (bis zu makroskopisch fast völligem Verschwinden der Grundmasse) mit gewöhnlich großem Gehalt an dunklen Mineralien hat man Nevadit genannt, einsprenglingsarme oder -freie (entsprechend dem Felsitfels der Quarzporphyre) mit porzellan- oder steingutähnlicher, schwach wachsglänzender Grundmasse von mehr muscheligem als splitterigem Bruche als Lithoidit bezeichnet; dazwischen liegen die normalen Rhyolithe. — Neben kompakten Arten finden sich poröse („Mühlsteinporphyre“ Ungarns mit Mandeln, Nestern und Trümern von Quarz, Amethyst; Opal u. dgl.), auch dünnschieferige mit parallel gestellten Feldspattäfelchen.

Die chemische Zusammensetzung ist aus folgenden Analysen ersichtlich:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	76,34	13,22	1,93	—	0,21	1,85	2,84	3,67	0,61	(100,67)
2.	74,17	13,24	—	3,24	0,32	1,46	1,87	5,38	1,05	(100,73)
3.	76,03	13,32	—	1,74	0,30	0,85	5,29	3,83	0,32	(101,68)
4.	75,69	12,26	2,93	—	—	1,13	3,01	4,74	—	(99,82)
5.	73,81	13,72	1,59	—	0,23	0,61	5,29	4,09	—	(100,31)

1. Rhyolith, Telkibánya, Ungarn.
2. „ Hlinik, Ungarn; spez. Gew. 2,428.
3. „ Mte. Venda, Euganäen, Italien; spez. Gew. 2,553.
4. „ Eureka-Distrikt, Nevada, U. S. A. (mit 0,06 P_2O_5).
5. „ Randfossafjäll, Island (mit 0,07 TiO_2).

Lagerungsformen. Die Rhyolithe bilden Ströme, Decken, Gänge und Kuppen; säulenförmige Absonderung ist häufig.

Verbreitung. Rhyolith fehlt in Deutschland; verbreitet im nördlichen Ungarn (Schemnitz-Kremnitz-Tokaj, durch H_2S und SO_2 haltende Wasser und Gase mitunter in Alaunfels zersetzt, ein Schwefel und Gips führendes Gemenge von Alunit mit Quarz oder Opal) und Siebenbürgen (Erzgebirge; Bihargebirge); vereinzelt im Banat; Serbien, Bosnien, Balkan, auf mehreren griechischen Inseln (Milos, Euböa); Euganäen und Toscana (Campiglia Marittima), Insel Lipari; Cabo de Gata, Spanien; in großer Ausdehnung auf Island (Einsprenglinge sind fast nur

Plagioklas und Pyroxen); am Kaukasus z. T. als Lakkolithen; in den nordamerikanischen Rocky Mountains, in Mexiko; auf Neuseeland.

Quarzporphyr.

Quarzporphyr, grau, braun, seltener grünlich oder fast schwarz, enthält in makroskopisch dicht erscheinender Grundmasse porphyrische Ausscheidungen von Alkalifeldspat, meist Quarz, Kalknatronfeldspat, oft Biotit, selten Pyroxen, ganz vereinzelt Hornblende; akzessorisch sind Apatit, Zirkon, Eisenerze. — Sie stellen die altvulkanischen Ergußformen granitischer Magmen dar.

Einsprenglinge: Orthoklas ist rot oder weiß, tafelig oder prismatisch, meist Karlsbader, selten Bavenoer oder Manebacher Zwilling, häufig mit Plagioklas verwachsen, auch zonar gebaut, Kalk-Natronfeldspat, weiß oder grünlich, in der Regel Oligoklas, in pyroxenreichen Quarzporphyren Labrador. Die Verwitterung der Feldspate erfolgt wie im Granit. Glimmer, meist braunschwarzer Biotit in sechsseitigen, oft gebogenen Täfelchen, bisweilen mit Resorptionsrand; wenn gebleicht, dann muscovitähnlich. Primärer Muscovit ist sehr selten und wohl auf quarzporphyrartige Apophysen granitischer Körper beschränkt. Ebenso trifft man nur selten, kaum je in glasfreiem Porphyr, braune Hornblende. Die dunklen Quarzporphyre der Leipziger Gegend enthalten Diopsid und Bronzit bzw. Enstatit oder bastitische Umwandlungsprodukte derselben. Quarz wie in Rhyolith. Akzessorisch finden sich außer Apatit, Zirkon, Magnet- oder Titaneisen örtlich Cordierit oder dessen Zersetzungsprodukte („Pinitporphyr"), Granat, Titanit, Turmalin, Topas, Flußspat. — Eisenkies, Eisenglanz, Epidot, Calcit, Opal sind sekundär.

Die Grundmasse ist verschieden ausgebildet. 1. Vollkristallin (das Gestein holokristallin-porphyrisch) und dann entweder ein mikrogranitisches Gemenge (Abb. 18) von automorphem Feldspat, gewöhnlich xenomorphem Quarz, Biotit (Chlorit), Erzkörnchen oder staubförmigem Eisenoxyd; oder es herrscht eine mikropegmatitische Durchdringung von Feldspat und Quarz vor („Granophyre"), deren Aggregate bisweilen sektorenartig angeordnet sind; oder unregelmäßige Feldspatkörner sind mikropoikilitisch von Quarz durchwachsen; oder trübe Feldspat- und klare Quarzfasern ordnen sich zu radialstrahligen Kugeln (Roter Porphyr von Lugano; Gegend von Triberg). — 2. Mikrofelsitisch, d. h. aus einem Gewirr feinster Fäserchen oder Schüppchen unbekannter Natur bestehend, die nicht oder nur sehr schwach polarisieren („Felsophyre"); radial-

faserig-kugelige Gebilde dieser Art liefern Felsosphärite. Mikrofelsitische Grundmasse enthält oft in wechselnder Menge Glas; eine glasige Grundmasse kann sich in Mikrofelsit umsetzen, wie z. B. die Meißener Pechsteine erkennen lassen; es kann sich sogar ein xenomorph-körniges Gemenge von Quarz und Feldspat herausbilden. Übrigens wechselt die Struktur der Grundmasse nicht selten in einem und demselben Gesteinskörper.

Was die Makrostruktur betrifft, so sind die Quarzporphyre meist kompakt, selten blasig (mit flachen, langgestreckten Hohlräumen z. B. bei Friedrichroda; am Rochlitzer Berge) oder porös z. T. durch Auswitterung der Feldspate („Mühlsteinporphyr" des Thüringer Waldes). — Nuß- bis kopfgroße, meist deutlich radialstrahlige Kugeln enthalten die Kugelporphyre (Wendenkopf im Odenwalde; Thüringer Wald; auf Korsika, früher Pyromerid genannt); fluidale Porphyre sind verbreitet (Abb. 19). Endlich wechseln Menge und Größe der porphyrischen Ausscheidungen sehr; im Felsitfels fehlen sie ganz.



Abb. 18. Quarzporphyr mit mikrogranitischer Grundmasse. Eggental, Tirol. — Vergr. 20.

Die chemische Zusammensetzung der Quarzporphyre ist aus folgenden Analysen ersichtlich:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	76,68	12,90	1,01	0,45	0,40	0,69	3,43	4,67	0,72	(100,95)
2.	75,39	12,92	1,71	0,85	0,61	0,65	2,06	5,34	1,21	(100,74)
3.	74,65	13,75	1,86	—	0,14	0,79	3,36	5,85	—	(100,40)
4.	70,48	13,44	2,13	1,32	0,60	1,51	4,06	4,98	0,60	(100,13)
5.	64,73	14,92	3,91	2,41	0,47	3,25	4,20	4,47	0,64	(99,95).

1. Quarzporphyr, mikrogranitisch; Roßkopf bei Barr, Vogesen.
2. „ felsitisch; Handschuchsheim, Odenwald.
3. „ „ ohne Quarzeinsprenglinge; Elfdalen, Schweden.
4. Pyroxen-Quarzporphyr, pyroxenarm; Spielberg bei Collmen unweit Leipzig (mit 0,44 TiO_2, 0,47 P_2O_5, 0,10 CO_2).
5. Pyroxen-Quarzporphyr, pyroxenreich; Lüptitz bei Wurzen, Sachsen (mit 0,64 TiO_2, 0,23 P_2O_5, 0,08 CO_2).

Bei der Zersetzung handelt es sich um eine Verminderung von CaO, Alkalien und Eisenoxyden; es entstehen Tone (Kaolin bei Meißen und im Altenburgischen) oder Sande.

Die Kontaktwirkungen sind vorwiegend kaustischer Natur: Frittung von Schieferton, stengelige Absonderung von Dolomit und Kohle, Verkokung der letzteren.

Die Lagerungsformen sind Kuppen, Decken, Gänge und Intrusivlager mit bald plattiger, bald säuliger, seltener kugeliger Absonderung. Decken sind am Rande mitunter quarzärmer als in der Mitte, große Massen in der Mitte mikrogranitisch, randlich mikrofelsitisch; letztere Ausbildung herrscht im allgemeinen bei Decken, erstere bei Intrusivmassen.

Die Haupteruptionszeit fällt in das Rotliegende. Nordwestsachsen; Zwickau-Chemnitz; Thüringer Wald; Harz; Gegend von Magdeburg; Kreuznach; Hardt; Odenwald; Vogesen und Schwarzwald; Bozen und Lugano. Kambrisch und silurisch sind großbritannische Quarzporphyre, karbonisch die von Schlesien und Halle; der Trias gehören die von Raibl in Kärnten an, dem Jura die der Anden, der Kreide solche des Feuerlandes.



Abb. 19. Quarzporphyr mit fluidaler Grundmasse. Branzoll bei Bozen, Tirol. — Vergr. 20.

Natronreiche, durch Führung von Albit statt Orthoklas ausgezeichnete Glieder der Quarzporphyrgruppe sind die Quarzkeratophyre: gelblich- bis grünlichgrau, meist mit wenigen und kleinen Einsprenglingen von Albit, seltener Mikroperthit und Quarz, der wie Biotit oft ganz fehlt. Die Grundmasse ist bisweilen mikrogranitisch, gewöhnlich aber xenomorph-körnig; auch schriftgranitische, sphärolithische und fluidale Struktur kommt vor. Biotit ist oft unter Abscheidung von Anatas chloritisiert; mitunter trifft man Eisenerzmassen, die wohl Pseudomorphosen nach spärlichem Amphibol oder Pyroxen sind. — Fichtelgebirge; Harz; Westfalen (Lenneporphyre, durch Gebirgsdruck z. T. stark geschiefert und serizitisiert); Lastau in Sachsen.

Nach der chemischen Zusammensetzung bilden die Quarzkeratophyre ebenso wie nach ihrem Mineralbestande Übergangsglieder zu den Alkaligesteinen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	75,98	14,14	0,14	0,92	0,14	0,34	4,22	3,64	0,58	(100,53)
2.	76,44	12,64	0,29	0,51	0,27	3,41	4,09	1,46	0,19	(99,50)

1. Quarzkeratophyr, Alsenberg bei Hof, Fichtelgebirge (mit 0,32 TiO_2, 0,11 S).
2. „ Eichhagen bei Olpe, Westfalen.

Gläser.

Rhyolithische Magmen neigen mehr als andere zur Glasbildung. Bei Gesteinen, die vorwiegend aus Glas bestehen, unterscheidet man folgende Arten:

1. Wasserfrei oder wasserarm, kompakt . . . . Obsidian
   „ „ „ blasig-schaumig . Bimsstein
2. Wasserhaltig, kompakt . . . . Pechstein
   „ körnig-schalig . . . . Perlit.

Rhyolith-Obsidian, schwarz, dunkelbraun oder dunkelgrau, auch geflammt oder streifig, kantendurchscheinend, von ausgezeichnet muscheligem Bruche, meist frei von makroskopischen Ausscheidungen (von Feldspaten öfter Plagioklas als Sanidin, beide zuweilen reich an Glaseinschlüssen; seltener Biotit, Diopsid oder Quarz, hin und wieder weiße, graue oder gelbliche Sphärolithe aus dünnen mikrofelsitischen Fasern). Die Glasmasse erweist sich im Schliffe nur sehr selten ohne mikroskopische Kristallgebilde, d. s. vorwiegend nadelförmige, durchsichtige Mikrolithen (Belonite), die zum großen Teile dem Feldspat und Pyroxen angehören; etwas weniger häufig sind opake Trichite unbekannter Natur, beide in sehr mannigfachen Formen und Gruppierungen. Außerdem finden sich gelegentlich dünne Feldspattäfelchen, grünliche Augitsäulchen, Biotitschuppen, Magnetitkörner, eiförmige, untereinander parallele Gasporen (z. B. in isländischen Obsidianen), seltener bräunliche, globulitische Körnchen. Alle diese Gebilde sind häufig zu fluidalen Strängen geordnet; auch zeigen verschieden gefärbte Glasstreifen Stauchungen und Windungen.

Obsidiane finden sich gewöhnlich vergesellschaftet mit Bimsstein, Pechstein, Perlit und Rhyolith, zeigen auch Übergänge in solche: Ungarn (Ströme bei Telkibánya; um Tokaj); verbreitet auf Lipari; auf Milos bis kopfgroße, rundliche Blöcke in einem Bimssteinkonglomerat; am Cabo de Gata, Spanien; reichlich auf Island und im Rhyolithgebiete der Vereinigten Staaten von Nordamerika; auch in Mexiko, Ekuador, auf der Nordinsel Neuseelands.

Rhyolithbimsstein.[1]) Weiß, grau oder gelblich, blasig-schaumig, oft seidenglänzend. Die Glasfäden und -häute erweisen

1) Vor dem Schleifen ist das Stück mit gekochtem Kanadabalsam zu tränken, dann mit der angeschliffenen Fläche auf einen Objektträger — nicht erst auf

sich im Schliffe bald frei von mikroskopischen Gebilden, bald erfüllt von durchscheinenden oder opaken Partikeln und von langgezogenen Gasporen; makroskopische Ausscheidungen sind selten (Sanidin, Plagioklas, Biotit, Diopsid, Quarz, roter Granat).

Rhyolithbimssteine finden sich mit anderen rhyolithischen Gläsern und Rhyolithen in Ungarn, auf Lipari, Cabo de Gata in Spanien, in Nordamerika, Mexiko, Neuseeland. — Von dem äußerlich ähnlichen Trachytbimsstein gelingt die Unterscheidung durch den geringeren Kieselsäuregehalt des letzteren (60—63%) und durch Verbandverhältnisse.

Rhyolithpechstein. Wasserhaltiges, schwarzes, dunkelbraunes oder dunkelgrünes, fettglänzendes Glas, welches an makroskopischen Ausscheidungen gewöhnlich nur Sanidin und Plagioklas, seltener Diopsid, Biotit oder Quarz enthält. Im Dünnschliffe ist die Glasmasse gelblich, bräunlich oder grünlich, zeigt auch fluidalen Wechsel verschiedenfarbiger Stränge und führt Feldspat- und Pyroxenmikrolithen häufiger als Trichite und bräunliche Globulite; Gasporen sind verbreitet, mikroporphyrische Feldspatkristalle (oft reich an Glaseinschlüssen), monokline und rhombische Pyroxene, Biotitschuppen, Magnetit und Zirkon gelegentlich vorhanden.

Selten in Ungarn (Hliniker Tal), reichlich in den Euganäen; auf der schottischen Insel Arran mit farnwedel- und blumenkohlähnlichen Wachstumsformen, die gegenwärtig für grüne Hornblende gelten. Unmittelbar rund um sie zieht sich ein schmaler, farbloser und körnchenfreier Glasstreifen (Resorptionshof), aus welchem der Eisengehalt bei der Kristallisation jener Gebilde aufgebraucht ist; Island, in Mexiko und Ekuador. — Von Trachyt- und Porphyritpechstein unterscheidet ihn der höhere Wert für SiO_2, von Porphyrpechstein der Reichtum an hellen Mikrolithen und, wie auch von den vorigen, der geologische Verband.

Rhyolithperlit. Bläulichgraue oder bräunliche, emailartige Glaskügelchen von Hirsekorn- bis Erbsengröße bilden die Hauptmasse des Gesteins, in welcher öfter Sanidin und Plagioklas, seltener Biotit, Pyroxen, Quarz oder Sphärolithe ausgeschieden liegen. Im Dünnschliffe erscheinen die perlitischen Sprünge als konzentrische Kreisbogen. Die fast farblose Glasmasse ist reich an hellen Mikrolithen und opaken Trichiten, deren fluidale Züge unabhängig von der Perlitstruktur die Kugelschalen durchsetzen; ebenso regellos liegen größere und kleinere Kristalle von Biotit, Diopsid, Quarz, Magnetit

---

ein Schleifglas — zu kitten und dort weiter zu behandeln. Schließlich versieht man das Präparat, dessen Auseinandergehen beim Erwärmen zu befürchten ist, mit einem genügend großen Tropfen in Xylol oder einem anderen Mittel gelösten Kanadabalsam und mit einem Deckgläschen und trocknet es einige Stunden bei etwa 40°. Die Luftblasen entweichen hierbei gewöhnlich von selbst.

und gelegentlichem Zirkon verteilt. Mitunter finden sich Nester und Trümer von Opal.

Perlite sind in Verbindung mit anderen Gliedern der Rhyolithfamilie bekannt aus Ungarn, den Euganäen, vom Cabo de Gata in Spanien, aus Nordamerika.

Marekanit, rauchgraue bis bräunliche, stark durchscheinende Kügelchen gewöhnlich sehr reinen Glases aus der Gegend von Ochotsk stellt höchstwahrscheinlich die Kerne perlitischer Kugeln dar.

Porphyrpechstein, fettglänzendes, wasserhaltiges Glas, schwarz, grün oder bräunlich, selten rot, mit oder ohne porphyrische Ausscheidungen von Feldspat, Quarz, bisweilen Glimmer, Pyroxen.

Das Glas enthält unter dem Mikroskope in der Regel bräunliche oder opake Körnchen und Härchen bald gleichmäßig verteilt, bald in Striemen dichter gehäuft, die für sich allein oder im Verein mit verschieden gefärbten Glasstreifen oder abwechselnd glasigen und felsitischen Strähnen prächtige Fluktuationserscheinungen zeigen. Meißener Pechsteine (z. B. Korbitzer Schanze) haben zwiebelschalenartig sich umhüllende, perlitische Sprünge (Abb. 20), von welchen aus sich das Pechsteinglas in trüben Mikrofelsit umwandelt; der gleiche Vorgang folgt in anderen Pechsteinen gern den fluidalen Bahnen. Dabei verliert sich der Fettglanz, das Gestein wird matt, der Gehalt an H_2O steigt von 6—8% im frischen Pechstein auf etwa 11%, das spez. Gew. z. B. von 2,343 im Pechstein vom Götterfelsen bei Meißen auf 2,448. Weiter entwickeln sich xenomorphkörnige Quarz-Feldspataggregate, H_2O sinkt auf 1% und darunter, das spez. Gew. erhöht sich auf 2,57 bis 2,62. Rundliche oder ovale Quarz-Feldspathaufwerke von gröberem Korn gelten als Füllmassen alter Poren. So entsteht aus dem Meißener Pechstein zufolge Sauer der Dobritzer Quarzporphyr, und auch an anderen Orten läßt sich gleiches beobachten.



Abb. 20. Perlitische Sprünge mit beginnender Entglasung längs derselben. Pechstein von den Korbitzer Schanzen bei Meißen. — Vergr. 15.

Unter den Ausscheidungen trifft man am häufigsten sanidinartig frischen Orthoklas, Quarz und Plagioklase (bisweilen recht basisch, z. B. Labrador und Bytownit in Südtirol und bei Lugano), alle drei gelegentlich mit Glaseinschlüssen, während Flüssigkeitseinschlüsse so gut wie ganz fehlen. Spärlicher sind grüne Augite (Planitz bei Zwickau; Auer; Lugano) und Biotit, mehr akzessorisch rhombischer Pyroxen (Auer; Lugano), braune Hornblende (Spechtshausen bei Tharandt; Lugano). Außerdem führt die Pechsteinmasse manchmal noch Felsitkugeln, so bei Spechtshausen bis zu 20 cm Durchmesser; auch im Pechstein von Planitz.

Pechstein verwittert bei Meißen zu Porzellanerde. — Als Lagerungsformen sind bekannt Decken (Meißen), Lager (Zwickau), Gänge (Meißen, Auer), Stöcke (Spechtshausen). Die Haupteruptionszeit ist die des Rotliegenden. Kontaktwirkungen sind nicht beobachtet.

Von den äußerlich ähnlichen Porphyritpechsteinen unterscheidet sich der Porphyrpechstein durch den Orthoklasgehalt. Rhyolithische und trachytische Pechsteine führen in der Glasmasse vorwiegend helle Mikrolithe, Porphyrpechsteine opake Körnchen und Trichite; Obsidiane sind fast wasserfrei. Die sichersten Unterscheidungsmerkmale liegen in der chemischen Zusammensetzung und in den Verbandsverhältnissen.

Die chemische Zusammensetzung hat durchaus rhyolithischen Charakter:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	74,70	13,72	1,01	0,62	0,14	0,78	3,90	4,02	0,62	(99,91)
2.	75,28	10,22	4,24	—	0,25	1,81	5,53	2,44	0,23	(100,00)
3.	70,87	13,86	2,42	—	0,40	1,30	1,26	5,37	3,82	(99,66)
4.	73,00	12,31	2,05	—	1,47	1,20	1,36	5,96	2,90	(100,25)
5.	72,42	11,26	0,75	—	0,28	1,35	2,36	3,80	7,64	(99,86)
6.	73,50	10,40	1,89	—	Sp.	2,60	0,62		11,18	(100,19)

1. Rhyolithobsidian. Obsidian Cliff, Nationalpark, U. S. A.; spez. Gew. 2,344.
2. „ Hrafntinnuhryggr, Island; spez. Gew. 2,420.
3. Rhyolithbimsstein. Slaska, Ungarn; spez. Gew. 2,042.
4. Rhyolithperlit. Hliniker Tal bei Schemnitz, Ungarn; spez. Gew. 2,384.
5. Porphyrpechstein. Korbitz bei Meißen, Sachsen; frisch.
6. „ „ „ „ „ entglast.

2. TRACHYT UND ORTHOKLASPORPHYR.

Trachyte sind neovulkanische, Orthoklasporphyre paläovulkanische (vortertiäre) Ergußformen syenitischer Magmen.

Trachyt.

Die lichtgrauen, gelblichen oder rötlichen Gesteine enthalten in einer gewöhnlich rauh anzufühlenden Grundmasse porphyrische

Ausscheidungen von Sanidin und Plagioklas, zurücktretend Biotit oder Amphibol oder Pyroxen oder einige derselben. Akzessorisch sind verbreitet Apatit, Eisenerze, wenig Zirkon und Titanit, in gewissen Arten Olivin, gelegentlich Tridymit.

Die Grundmasse erweist sich im Dünnschliffe als ein Gemenge von entweder fluidal geordnetem, leistenförmigem Sanidin mit nur geringer Beteiligung von Plagioklas (trachytische Struktur), oft etwas basisführend, oder von mehr isometrischen Feldspaten (orthophyrische Struktur). Lichtgrüner Augit ist meist, aber spärlich vorhanden, Amphibol fehlt gewöhnlich ganz, Biotit fast ganz; selten findet sich wenig Quarzkitt.

Unter den Einsprenglingen herrscht Sanidin, bisweilen reich an zentral gehäuften Glaseinschlüssen oder randlich angereicherten Augitmikrolithen, bald tafelig nach M und dann gern als Karlsbader Zwilling ausgebildet, bald prismatisch nach der Klinoachse und unverzwillingt, mit Absonderung nach (100) versehen, die im Schliffe viel deutlicher als die eigentliche Spaltbarkeit hervortritt. Manebacher und Bavenoer Zwillinge (Trachyte von Aden) sind selten. Der Plagioklas ist meist Oligoklas bis Andesin, in hypersthenreichen, zu den Andesiten und gewissen Basalten hinüberführenden Arten Labrador bis Bytownit. Umwachsungen durch Sanidin sind häufig. Der tiefbraune Biotit zeigt mehr oder weniger weitgehende magmatische Resorption. Als Amphibol findet sich meist braune Hornblende mit Resorptionsrand. Der Pyroxen ist gewöhnlich blaßgrüner Diopsid, bisweilen gelblicher oder bräunlicher Augit, in basischen Arten Hypersthen oder Bronzit.

Einteilung. Auch bei den Trachyten kommen gewöhnlich mehrere farbige Gemengteile nebeneinander vor und verwischen die Grenzlinien zwischen Biotit-, Hornblende- und Pyroxentrachyt. Biotittrachyt ist am häufigsten. Biotit-Hypersthentrachyt (Toskanit) durch reichliche Einsprenglinge von Hypersthen neben Biotit und Diopsid, von Labradorit neben Sanidin und durch glasreiche Grundmasse ausgezeichnet.

In ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich Trachyt und Rhyolith durch dieselben Merkmale, wie Syenit und Granit.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	66,03	18,49	2,18	0,22	0,39	0,96	5,22	5,86	0,85	(100,24)
2.	65,31	15,14	—	5,10	1,50	3,33	5,31	4,08	0,36	(100,23)
3.	64,76	16,48	0,74	2,74	1,74	3,24	2,67	5,49	1,62	(100,32)
4.	57,41	19,57	—	9,15	0,56	6,51	2,20	2,53	2,53	(100,46)

1. Biotittrachyt. Custer Co., Kolorado (mit 0.04 P_2O_5); spez. Gew. 2,592.
2. „ Mte. Rosso, Euganäen; spez. Gew. 2,609.
3. Biotit-Hypersthentrachyt. Mte. Amiata, Toskana (mit 0,42 TiO_2, 0,33 seltenen Erden, 0,08 SO_3, 0,01 Cl); spez. Gew. 2,562.
4. Hornblendetraphyt. Pilis Maroth, Ungarn; spez. Gew. 2,569.

Alle hier angeführten Trachyte sind mit Al_2O_3 übersättigt, wie dies überhaupt bei Trachyten sehr häufig vorkommt.

Die Lagerungsformen sind dieselben wie bei Rhyolith, ebenso die Kontaktwirkungen. Die Absonderung erfolgt meist in Bänke, seltener in Säulen.

Vorkommen. Trachyte der Kalk-Alkalireihe fehlen in Deutschland. Sie finden sich in Ungarn (mit Rhyolith, Andesit, Plagioklasbasalt); bei Gleichenberg in Steiermark (Biotittrachyt mit Diopsid, bisweilen etwas Hypersthen und Olivin führend); in den Euganäen mit Rhyolith, Andesit, Plagioklasbasalt; in Toskana (Mte. Amiata); in Spanien (Cabo de Gata); am Nordfuße des Kaukasus; in Nordamerika (Kolorado, hier auch als Lakkolithen in Kreideschichten); in Mexiko; in den Anden.

Trachytgläser sind nur an ganz wenigen Orten und in geringem Umfange bekannt: Trachytbimsstein in Ungarn, Trachytpechstein auf den Philippinen und in Neuseeland. Zur Unterscheidung von rhyolithischen Gläsern dienen die Verbandverhältnisse und die Menge der Kieselsäure.

Orthoklasporphyr.

Orthoklasporphyr (Orthophyr) hat Ausscheidungen von Orthoklas und wenig Plagioklas in rötlicher, gelblicher oder grünlicher Grundmasse, die vorwiegend aus rechteckigem bis kurzleistenförmigem Orthoklas, spärlichem Plagioklas, Zersetzungsprodukten von Biotit oder Augit (Chlorit, Epidot, Calcit, Brauneisen), mitunter auch etwas xenomorphem Quarz besteht. Glasreste fehlen; fluidale Anordnung der Grundmassefeldspate ist gelegentlich zu beobachten.

Die Gesteine bilden Gänge und Decken von paläozoischem Alter: Thüringen (Umgebung des Inselberges und von Friedrichroda); im Nahegebiete; Südvogesen; Schottland; Gegend von Krakau (hier infolge sanidinähnlichen Orthoklases von trachytischem Habitus); in Finnland; bei Nischne Tagilsk im Ural mit großen, ausgeschiedenen Magnetitmassen; ebenso in Norrbotten.

Die chemische Zusammensetzung geht aus den folgenden Analysen hervor:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	64,72	16,15	2,61	1,20	2,32	3,95	3,54	2,36	2,15	(100,90)
2.	61,35	16,88	0,41	5,01	0,44	2,39	5,26	6,12	1,70	(99,82)
3.	57,55	13,67	12,86	1,17	0,52	1,20	2,09	7,77	1,45	(100,63)

1. Orthoklasporphyr. Oberhausen, Pfalz (mit 1,90 CO_2).
2. „ Garlton Hills, Schottland.
3. „ Kabarz, Thüringen (mit 0,62 CO_2).

Nach ihrem chemischen Bestande würden sich hier die pyroxenreichen Glieder der Pyroxen-Quarzporphyre (s. S. 49) anschließen.

Gläser der Orthoklasporphyre sind nicht bekannt.

Keratophyr. Die dichte bis feinkörnige Grundmasse dieser grünlichgrauen Gesteine besteht aus isometrischem oder leistenförmigem und dann gern fluidal geordnetem Alkalifeldspat, besonders Albit, spärlich Diopsid, selten Biotit, beide oft zersetzt, zuweilen auch wenig Quarz oder Glasbasis; akzessorisch sind schwarze Eisenerze, Apatit und Zirkon, sekundär Chlorit, Brauneisen, Calcit. Die Einsprenglinge gehören dem Anorthoklas oder Mikroperthit, z. T. auch dem Albit an; bisweilen finden sich auch größere Diopside. — Im Harz; im Fichtelgebirge; im Saar-Nahegebiete mit Orthoklas und Mikroperthit.

Nach ihrer chemischen Zusammensetzung sind die Keratophyre ebenso wie nach ihrem Mineralbestande Übergangsglieder zu den Alkaligesteinen; in Analyse 1 ist $Al_2O_3 < $ Alkalien (Molekularwerte). Unter den Alkalien herrscht bald Na_2O, bald K_2O vor, so daß man Natron- und Kalikeratophyre unterscheiden kann, die durch Zwischenglieder verbunden sind.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	61,67	17,47	1,37	3,92	2,13	0,18	8,52	3,38	0,45	(99,54)
2.	58,80	17,03	2,44	5,81	1,83	1,16	5,22	4,27	2,68	(100,61)
3.	54,51	16,69	2,49	5,31	0,67	2,01	1,36	11,70	2,17	(100,04)

1. Natronkeratophyr. Hüttenrode, Harz (mit 0,34 TiO_2, 0,06 P_2O_5, 0,05 CO_2); spez. Gew. 2,611.
2. Keratophyr. Blankenburg am Harz (mit 0,40 TiO_2, 0,11 P_2O_5, 0,75 CO_2, 0,11 SO_3); spez. Gew. 2,677.
3. Kali-Keratophyr. Rübeland, Harz (mit 2,45 TiO_2, 0,49 P_2O_5, 0,17 SO_3, 0.02 organ. Subst.); spez. Gew. 2,681.

3. ANDESIT UND PORPHYRIT.

Andesite sind die neovulkanischen, Porphyrite die paläovulkanischen Ergußformen dioritischer Magmen. In beiden Gruppen entstehen wie bei den Dioriten Unterabteilungen nicht nur nach dem vorherrschenden dunklen Gemengteil (Biotit, Hornblende oder Pyroxen), sondern auch nach der Führung oder dem Fehlen von Quarz als wesentlichem Bestandteil. Stellt man dieses Merkmal voran, dann ergeben sich zunächst einerseits Quarzandesite (Dacite) und Quarzporphyrite, anderseits quarzfreie Andesite und Porphyrite, die dann weiter gegliedert werden.

Dacit.

Dacite sind graue oder rotbraune bis fast schwarze Gesteine mit Einsprenglingen von Plagioklas, Quarz, Biotit, Hornblende oder Pyroxen in einer oft glasführenden bis glasreichen Grundmasse, welche vorwiegend Plagioklas und Sanidin, öfter Diopsid, selten Biotit und Quarz enthält. Akzessorisch trifft man spärlich Apatit, Magnetit, Zirkon, vereinzelt Orthit, Cordierit, Granat (Ungarn). Die Dacite, Effusivformen der Quarzdiorite, sind äußerlich bald mehr rhyolith-, bald andesitähnlich. Eine kleine Gruppe enthält weder unter den Einsprenglingen noch in der Grundmasse Quarz, ergibt aber trotzdem den hohen Kieselsäuregehalt der quarzführenden Arten.

Der Plagioklas, tafelförmiger Andesin bis Labradorit mit Zonenbau, führt oft Glaseinschlüsse. Die Quarzeinsprenglinge gleichen denen der Rhyolithe. Braune Hornblende und brauner Biotit, häufig mit Resorptionsrändern, vertreten einander in verschiedenem Maße. Von Pyroxenen sind Diopsid und rhombische Pyroxene gefunden.

Die Grundmasse ist mikrogranitisch, felsitisch oder trachytisch, in letzteren beiden Fällen gern wechselnde Mengen von Glas führend; fluidale Struktur ist verbreitet, sphärolithische seltener. Feinporös sind besonders die biotit- und hornblendehaltigen, kompakt die pyroxenreichen Arten.

Das gegenseitige Mengenverhältnis von Grundmasse und Ausscheidungen ist ein recht verschiedenes; bald sind letztere so zahlreich, daß die Gesteine äußerlich fast granitähnlich aussehen, bald sind sie nur ganz vereinzelt vorhanden. — Übergänge bestehen besonders in Rhyolith (Zunahme des Sanidins) und in Andesit (Abnahme des Quarzes und Kieselsäuregehaltes).

Einteilung. Je nach dem vorherrschenden dunklen Gemengteil werden Biotitdacite, Hornblendedacite und Pyroxendacite (Augit- oder Hypersthendacite) unterschieden; die Gruppen gehen ineinander über.

In der chemischen Zusammensetzung zeigen sich quarzdioritische Züge; zu beachten ist die Umkehrung des Verhältnisses von ($CaO + MgO$): Alkalien in pyroxenreichen Arten.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	69,36	16,23	0,88	1,53	1,34	3,17	4,06	3,02	0,45	(100,04)
2.	68,56	13,73	—	6,72	0,42	2,24	6,04	1,74	0,55	(100,00)
3.	66,46	17,91	2,42	0,35	0,49	2,89	4,79	3,74	1,01	(100,06)
4.	65,39	15,49	2,80	1,99	2,06	4,48	4,56	1,59	0,55	(99,02)
5.	64,83	17,60	4,95	1,82	1,61	5,26	2,52	1,53	0,20	(100,40)

1. Biotit-Augitdacit. Lassens Peak, Kalifornien.
2. Biotit-Hornblendedacit. Mte. Alto, Euganäen. Spez. Gew. 2,545.
3. Hornblende-Biotitdacit. Rosita Hills, Kolorado. Spez. Gew. 2,574.
4. Pyroxendacit. Cumbal, Kolumbien (mit 0,11 P_2O_5).
5. Hornblende-Hypersthendacit. Insel Methana, Ägäisches Meer (mit 0,08 TiO_2). Spez. Gew. 2,539.

Die Dacite bilden Decken und Ströme, auch Kuppen und Gänge. — Über Umwandlungsvorgänge, besonders Propylitisierung, siehe bei den Andesiten.

Vorkommen. Dacite fehlen in Deutschland. Verbreitet sind sie mit Rhyolith, Trachyt und Andesit im nördlichen Ungarn und in Siebenbürgen; von hier, dem alten Dacien, stammt der Name. Sie finden sich auch in den Euganäen, am Cabo de Gata in Spanien, auf griechischen Inseln (Ägina, Methana), in Kleinasien (Hügel von Pergamon), in der Krim, im Kaukasus, in Nevada, Kolorado, Kalifornien, Kolumbien, Ekuador, auf Celebes.

Dacitgläser sind aus Kalifornien (Bimsstein), Westindien (Bimsstein), Kolumbien und Ekuador (Perlit und Bimsstein), halbglasige Dacite aus allen Verbreitungsgebieten bekannt. Dem Biotit und der Hornblende dieser Gesteine fehlen die Resorptionsränder ganz oder sind auf Spuren beschränkt.

Quarzporphyrit.

Quarzporphyrite sind die vortertiären (meist karbonischen oder permischen) Ergußformen der Quarzdiorite. Sie entsprechen nach Mineralbestand und Struktur den Daciten; nur sind die Feldspate trübe, die Gesteine überhaupt im allgemeinen mehr angegriffen, Umwandlungsprodukte (Calcit, Chlorit, Brauneisen, Epidot) häufiger, die Menge des Glases geringer.

Einteilung. Wie bei Dacit unterscheidet man Quarzglimmerporphyrite, Quarzhornblendeporphyrite und Quarzpyroxenporphyrite mit Zwischengliedern. Übergänge gibt es nach Quarzporphyren und nach quarzfreien Porphyriten hin. — Als immerhin seltene Glasausbildungen sind (wie bei den Quarzporphyren) nur Pechsteine bekannt.

Die chemische Zusammensetzung ist die der Dacite:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	70,67	15,77	2,28	1,15	1,01	1,42	3,65	3,66	1,33	(100,94)
2.	69,94	13,45	0,49	4,46	0,67	2,26	2,42	4,25	0,77	(99,71)
3.	67,90	14,20	6,48	—	Sp.	2,57	3,99	0,86	4,90	(100,90)
4.	62,32	16,62	1,51	2,06	2,30	4,62	3,54	1,70	4,72	(99,48)

1. Quarzglimmerporphyrit. Schirmeck, Nordvogesen.
2. Quarzhypersthenporphyrit. Elbingerode, Harz (mit 0,45 TiO_2, 0,23 P_2O_5, 0,14 SO_3).
3. Quarzporphyrit-Pechstein. Erbendorf, Bayerischer Wald.
4. „ „ Recoaro im Vicentinischen.

Vorkommen. Quarzglimmerporphyrite sind bekannt aus den nördlichen Vogesen, dem Nahegebiete (Nagelkopf), dem Schwarzwalde, dem Lausitzer Granitgebiete, Schlesien (Landeshut), dem Altai, aus Kolorado (Elk Mtn.); die seltenen Quarzhornblendeporphyrite aus der Lausitz und aus Ekuador (Fuß des Antisana); Quarzpyroxenporphyrite aus dem Nahegebiete (Lemberg), dem Harz (lose Blöcke bei Elbingerode), Thüringen. In ihrer Gesellschaft finden sich Quarzporphyre, quarzfreie Porphyrite, auch Melaphyre.

Unterscheidung: Von Quarzporphyr trennt die Quarzporphyrite das Fehlen von wesentlichem Orthoklas, geringerer Betrag von SiO_2, höherer an Al_2O_3 und zweiwertigen Metallen, von quarzfreien Porphyriten das Fehlen wesentlichen Quarzes und eine SiO_2-Menge, die gewöhnlich nicht unter 65 % herabgeht (der Quarzporphyritpechstein Nr. 4 enthält wasserfrei berechnet 65,77 %).

Andesit.

Quarzfreie Andesite sind jungvulkanische Ergußformen quarzfreier Diorite, welche wesentlich aus Plagioklas und Biotit oder Hornblende oder Pyroxen oder mehreren dieser dunklen Gemengteile bestehen. Dabei sind die biotit- und hornblendeführenden Arten durch ihre hellere Farbe und oft etwas rauhe Beschaffenheit enger miteinander verbunden als mit den dunklen bis schwarzen, glasreichen und kompakten Pyroxenandesiten, die auch andere Mikrostruktur zeigen. Doch bestehen Übergänge.

1. Glimmer- und Hornblendeandesit, in dichter grauer oder rötlichbrauner Grundmasse Einsprenglinge von Plagioklas neben Hornblende oder Biotit oder beiden und meist untergeordnet Pyroxen, gewöhnlich Diopsid enthaltend; akzessorisch sind Magnetit, Apatit und Tridymit am verbreitetsten.

Der Plagioklas, von glasigem Habitus, flach tafelig, selten leistenförmig, gehört hauptsächlich der Reihe Andesin-Labrador an; Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz, Zonenbau und Reichtum an Glaseinschlüssen sind häufig. Sanidin findet sich meist nur vereinzelt; reichlicheres Auftreten bewirkt Übergänge nach den Trachyten. Die braune Hornblende zeigt meist Opacitsaum, ebenso Biotit braun, mit wechselndem Achsenwinkel; vereinzelt stellt sich Anomit ein. Der Pyroxen ist bald lichtgrün (Diopsid), bald bräunlich oder gelblich (basaltischer Augit), bald Hypersthen. Der akzessorische Magnetit erweist sich oft titanhaltig, Apatit manchmal recht groß und grau oder braun bestäubt; Tridymit bildet die bekannten dachziegelartigen Aggregate oder sitzt, makroskopisch erkennbar, in Hohlräumen.

Die Grundmasse ist in pyroxenfreien Andesiten ein oft fluidales Gemenge von Feldspatleistchen mit spärlichen dunklen Gemengteilen und Erzkörnchen (trachytische Struktur) bei wechselnden Mengen von Glas. In pyroxenreicheren Vorkommen findet sich ein feinfilziges Gemenge von leistenförmigen Feldspaten, Augitsäulchen und Magnetitkörnchen ohne erhebliche Beteiligung von Glas (pilotaxitische Struktur), oder dieser Mikrolithenfilz ist von einem meist bräunlichen Glase durchtränkt (hyalopilitische Struktur); beide Strukturen werden bei Pyroxenandesiten herrschend.

Einteilung. Man unterscheidet Hornblendeandesit (die verbreitetste Art), die seltenen Biotitandesite und Übergangsglieder, alle gewöhnlich mit akzessorischem Pyroxen.

In der chemischen Zusammensetzung kehren die für Diorite charakteristischen Züge wieder: z. B. $Na_2O > K_2O$ (Molekularwerte!); $CaO + MgO >$ Alkalien. Sie werden nur in Übergangsgliedern nach den Trachyten z. T. verwischt.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	67,83	15,02	5,16	—	0,29	3,07	2,40	3,20	1,11	(99,38)
2.	66.02	17,06	2,14	3,01	1,97	4,64	3,98	1,44	0,36	(100,67)
3.	62,20	15,40	7,74	—	2,09	5,95	3,25	2,45	0,26	(99,80)
4.	61,26	17,23	—	5,83	1,29	5,03	4,42	2,79	2,02	(100,11)
5.	59.41	17,92	1,71	2,40	2,99	4,65	2,63	5,60	1,30	(99,60)

1. Biotit-Hornblendeandesit. Eureka-Distrikt, Nevada (mit 1,04 TiO_2, 0,26 P_2O_5).
2. Hornblendeandesit. Cerro de Tlapacoya, Mexiko (mit 0,05 TiO_2); spez. Gew. 2,544.
3. Pyroxen-Hornblendeandesit. Filicudi, Liparische Inseln (mit 0,46 P_2O_5).
4. Hornblendeandesit. Szaszka, Ungarn (mit 0,24 FeS_2); spez. Gew. 2,673.
5. Pyroxen-Biotitandesit. Carthagena, Spanien (mit 0,12 TiO_2, 0,87 P_2O_5).

Vorkommen. Andesite der Alkali-Kalkreihe fehlen in Deutschland. Verbreitet sind Glimmer- und namentlich Hornblendeandesite in Ungarn und Siebenbürgen, vereinzelt aus Mähren (Banow), Serbien, den Euganäen, von griechischen Inseln (Ägina, Methana), aus Kleinasien (Smyrna) und Spanien (Cabo de Gata) bekannt, reichlich aus Nordamerika, Mexiko und den Anden, aus Japan, von den Philippinen, Sumatra, Java. — Sie bilden Kuppen, Decken, Ströme und Gänge und zeigen säulen- oder platten- oder kugelförmige Absonderung.

Glasreiche Glimmer- und Hornblendeandesite vermitteln den Übergang in Andesitgläser: Andesitbimsstein von Luzon, aus Salvador und Peru; Andesitperlit aus Japan.

2. Pyroxenandesit. Grau- oder braunschwarz, wachs- bis pechglänzend, seltener rötlichgrau, matt und feinporös, wesentlich aus basischem Plagioklas und Pyroxen bestehend (Augit oder rhombischer

Pyroxen oder beide); akzessorisch finden sich Apatit, Eisenerze, selten Zirkon, Hornblende, Biotit; Olivin kommt hin und wieder in Augitandesit vor, Cordierit und Granat sind nicht primär. Glasbasis beteiligt sich meist reichlich. Die Gesteine sind, wie die Analysen zeigen (SiO_2, MgO, CaO), Ergußformen von Pyroxendioriten, nicht von Gabbro und Noriten, wie man aus dem Mineralbestande schließen könnte.

Der Plagioklas bildet gewöhnlich Leisten, seltener Tafeln, ist nach dem Albitgesetz verzwillingt, zeigt deutlichen Zonenbau und in der Regel reichlich Glaseinschlüsse, auch Gasporen. Er hat Mikrotinhabitus und erweist sich meist als Labrador, seltener als Andesin oder Anorthit; bisweilen werden Verdrängungen durch Chalcedon oder Opal beobachtet, von welchen auch andere Gemengteile, ja das ganze Gestein betroffen werden. Augit, tonerde- und eisenoxydarm, findet sich selten als Einsprengling, meist nur mikroporphyrisch, ist gelblichbraun oder grünlich, manchmal stark pleochroitisch; Zwillingsbildung nach (100) und Glaseinschlüsse sind verbreitet. Hypersthen bildet gewöhnlich schlanke Säulchen, verwächst auch in paralleler Stellung mit Augit; Anfänge einer bastitisch faserigen Zersetzung sind hin und wieder zu beobachten. Selten trifft man Enstatit oder Bronzit. Hornblende findet sich immer nur akzessorisch, ist braun, bisweilen parallel mit Augit, selten schriftgranitähnlich mit ihm verwachsen; Resorptionserscheinungen sind verbreitet, ebenso am Biotit, falls solcher vorhanden. — Die Grundmasse ist ein pilotaxitisches oder bei reichlicher Beteiligung von meist braunem Glase ein hyalopilitisches Gemenge von Plagioklasleistchen, Augitmikrolithen und Magnetitkörnchen und oft fluidal struiert; Hypersthen, Hornblende und Biotit fehlen.

Einteilung. Man unterscheidet: Hypersthenandesit (bzw. Bronzitandesit), wohl nie augitfrei, und Augitandesit sowie Zwischenglieder. Die Augitandesite sind im allgemeinen basischer und vermitteln den Übergang zu Plagioklasbasalten.

Die chemische Zusammensetzung geht aus folgenden Analysen hervor:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	67,24	13,72	1,90	5,04	1,22	3,46	4,90	2,57	0,54	(100,59)
2.	62,00	17,84	—	4,40	2,64	5,37	4,29	1,47	1,66	(100,13)
3.	61,06	15,42	8,01	—	3,55	7,11	2,66	1,40	0,68	(99,89)
4.	61,03	16,08	—	7,42	3,26	7,33	2,66	2,30	0,29	(100,37)
5.	59,56	16,10	6,28	3,02	3,08	6,32	3,09	0,80	0,44	(100,67)
6.	54,62	16,96	4,50	4,27	5,20	8,56	3,26	1,80	0,73	(100,25)

1. Hypersthenandesit. Santorin, Georgios I; Spez. Gew. 2,524.
2. „ Mt. Shasta, Kalifornien (mit 0,17 TiO_2, 0,29 P_2O_5).
3. „ Cerro Guerrero, Mexiko; spez. Gew. 2,658.
4. Augitandesit. San Cristobal bei Pachuco, Mexiko; spez. Gew. 2,685.
5. „ Bandai San, Japan (mit 1,80 MnO, 0,18 P_2O_5)
6. „ olivinführend. Mariveles, Luzon (mit 0,35 MnO).

Becke schlug vor, die Hypersthenandesite in drei Typen zu sondern: 1. Alboranite, bei welchen die Atomzahl für Si kleiner als 52, Na : Ca kleiner als 0,5 ist; 2. typische Andesite mit Si = 51—62, Na : Ca = 1 : 2 bis 2 : 1; 3. Santorinite, Si größer als 62, Na : Ca größer als 2. Die Alboranite sind Übergangsglieder nach den Plagioklasbasalten, die Santorinite nach den Daciten hin.

Umwandlung. Außer der gewöhnlichen Verwitterung ist bei Andesiten und Daciten eine thermale Umwandlung verbreitet, die Propylitisierung, durch welche grünsteinähnliche Gesteine, Propylite und Quarzpropylite entstehen. In diesen graugrünen, gewissen Dioritporphyriten äußerlich ähnlichen Gesteinen ist aus Hornblende und Biotit Chlorit und Epidot, aus Pyroxen Uralit geworden, der seinerseits wieder gewöhnlich Chlorit und Epidot lieferte; der Feldspat hat sein glasiges Aussehen und seine Glaseinschlüsse verloren und zeigt sich meist von Hornblende- oder Chloritstaub erfüllt. Aus der Grundmasse ist unter Verschwinden der Glasbasis ein Aggregat von Feldspat, Quarz, feinen Hornblendenädelchen, Chlorit, Epidot und Calcit hervorgegangen. Die Durchsetzung der Gesteine mit Pyrit verweist auf Solfatarentätigkeit als Ursache dieser Umwandlungen, womit wohl auch die gewöhnlich reiche Erzführung zusammenhängt.

Vorkommen. Pyroxenandesite der Alkali-Kalkreihe fehlen in Deutschland. Sie finden sich in der Gegend von Banow in Mähren mit Hornblendeandesit. In Steiermark (St. Egidi) mit wechselnden Mengen von Hypersthen, auch biotitführend. Weitverbreitet in Ungarn (Abb. 21) und Siebenbürgen, oft als Hypersthen- (oder Bronzit-)Andesit, besonders um Schemnitz, nördlich von Budapest, in der Matra, im Hargittagebirge, mit Hornblende- und Glimmerandesiten und Dacit. In Spanien am Cabo de Gata ohne Hornblende oder Biotit; bei Carthagena mit Cordierit und Granat. Santorin (Eruption 1866), reich an Hypersthen. Im Balkan, Kaukasus, in Armenien und Persien. Auf Sumatra; Krakatau (Eruption 1883); Java; Nordcelebes mit rhombischem Pyroxen; Luzon; in Japan. Verbreitet in Nevada, Kolorado, Kalifornien, oft rauh und porös; in Mexiko, Zentralamerika (in Guatemala, Ausbruch vom Oktober 1902), auf den Antillen (Martinique 1902), in Kolumbien (bisweilen quarzführend), Ekuador, Peru, Bolivia. Auf Neuseeland.

Zu den pyroxenandesitischen Gläsern vermitteln glasreiche Andesite den Übergang: der glasreiche, ganz oder fast ganz

feldspatfreie Boninit mit mikroskopischem Bronzit, spärlichem Olivin und diallagartigem Augit; der olivinfreie, selten Granat führende Sanukit, sonst wie der vorige zusammengesetzt; der rotbraune Mijakit, dessen Gehalt an MnO (1,45 %) man einem rostbraunen, wenig pelluciden Manganpyroxen zuschreibt (vgl. auch Analyse Nr. 5); alle drei Gesteine stammen von Japan. Die eigentlichen Gläser sind bald kompakt (Obsidian, Pechstein), bald schaumig (Bimsstein).



Abb. 21. Augit-Andesit. Vieska, Ungarn. Vergr. 20.

Auf Santorin Bimsstein mit wenig Ausscheidungen von Hypersthen, grünem Augit, Plagioklas, Sanidin, Magnetit. Im Kaukasus Obsidian (am großen Ararat mit zahlreichen Plagioklasausscheidungen und grünlichen Glimmerblättchen), Pechstein und Bimsstein. In Japan Obsidian, Perlit, Bimsstein. Auf Nordcelebes Obsidian, Bimsstein, Perlit, Sphärolithfels. Auf Java Perlit mit wenig Feldspateinsprenglingen. In Kalifornien Bimsstein. In Mexiko Pechstein mit Sphärolithen neben Plagioklas und Hypersthen. In Guatemala Bimsstein. — In den südamerikanischen Anden Bimsstein und Perlit.

Porphyrit.

Quarzfreie Porphyrite sind die altvulkanischen Vertreter der quarzfreien Andesite. Sie haben dieselbe Mineralzusammensetzung und die gleichen Strukturverschiedenheiten, sind aber meist weniger frisch und reicher an sekundären Gemengteilen.

Die Einteilung erfolgt wie bei den Andesiten nach den farbigen Gemengteilen in Glimmer-, Hornblende- und Pyroxenporphyrite, alle durch Übergänge verbunden. Auch hier sind die glimmer- und hornblendeführenden Arten durch hellere Farben und durchschnittlich höheren Kieselsäuregehalt von den dunklen Pyroxenporphyriten unterschieden, deren basische Glieder den Übergang zu Melaphyr vermitteln.

1. Glimmer- und Hornblendeporphyrit. In einer dichten, grauen, bräunlichen, rötlichen oder grünen Grundmasse, die wesentlich aus Plagioklas, oft etwas Quarz, bisweilen auch Glas besteht,

liegen porphyrische Ausscheidungen von Plagioklas, Hornblende oder Biotit; die akzessorischen Gemengteile sind im wesentlichen dieselben wie bei den Andesiten.

Der Plagioklas, weiß, gelblich oder rötlich, bildet meist Tafeln nach M; Zwillingsbildung und Zonenbau gleichen denen der dioritischen Plagioklase; Mischungen von Oligoklas bis Labrador herrschen vor; die Umwandlung erfolgt in Sericit, Kaolin, Calcit, Epidot. Orthoklas ist selten und kommt besonders in Glimmerporphyriten vor. Hornblende, meist braun, bildet gedrungene oder schlanke Säulchen, gewöhnlich ohne Endflächen; magmatische Resorptionserscheinungen fehlen nur in glasreichen Gesteinen. Durch Zersetzung entsteht Chlorit, Quarz, Karbonate, Brauneisen. Pyroxene, besonders Diopsid und Enstatit oder Bronzit, in Bastit umgewandelt, haben mehr akzessorischen Charakter. Der automorphe Biotit, braun, bisweilen mit lichteren Zonen, häufig mit Resorptionsrand, gehört meist zum Meroxen; Anomit führen z. B. die Porphyrite von Steinegg in Niederösterreich und von Allzunah bei Schleusingen in Thüringen. Außer Apatit und Magnetit (oft titanhaltig) findet sich wenig Zirkon, mancherorts Granat (Ilfeld am Harz) und Titanit.

Die Grundmasse ist bald vollkristallin und besteht aus kurzrechteckigen Feldspatschnitten mit Quarzkitt oder aus automorphem Quarz und Feldspat mit zwischenliegendem Mikrofelsit oder aus einem xenomorph-körnigen Feldspat-Quarzgemenge; dunkle Gemengteile sind im allgemeinen selten; auch sphärolithische und Fluidalstruktur kommt vor; bald beteiligt sich Glas, vielfach devitrifiziert, in verschiedenem Umfange am Aufbau der Grundmasse.

In der chemischen Zusammensetzung wiederholen sich die für Andesite kennzeichnenden Merkmale:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	64,81	15,73	1,68	2,91	2,82	4,22	3,98	1,43	0,62	(100,61)
2.	61,93	18,83	3,24	1,24	2,37	4,46	4,16	2,72	1,83	(100,78)
3.	54,44	19,97	7,52	0,52	5,15	3,11	2,26	3,58	4,18	(100,73)

1. Glimmerporphyrit. North Mosquito, Kolorado (mit 0,08 TiO_2, 0,23 P_2O_5, 1,08 CO_2, 0,04 Cl, 0,90 FeS_2); spez. Gew. 2,740.
2. Bronzit-Hornblendeporphyrit. Kesselsdorf bei Dresden; spez. Gew. 2,62.
3. Hornblendeporphyrit. Potschappel bei Dresden; spez. Gew. 2,62.

Vorkommen. Glimmer- und Hornblendeporphyrite bilden Decken und Gänge besonders im Rotliegenden. Glimmerporphyrite, selten rein, gewöhnlich mit wechselnden Mengen von Hornblende oder Pyroxen oder beiden, finden sich um Ilfeld am Harz; vielorts in Thüringen (Ilmenau, Suhl, Schleusingen, Schmalkalden) und Sachsen (Lausick, Leisnig, Meißen, Wilsdruff), bei Lugano. Horn-

blendeporphyrite kommen vor um Potschappel (Dresden), durch Zunahme des Pyroxengehaltes in augitreichen Enstatitporphyrit übergehend; in Thüringen; im Saar-Nahegebiete gleichfalls oft augitführend, bei Waldböckelheim mit Tridymit; in Ägypten am Dschebel Dokhan der porfido rosso antico, glimmerführend und reich an mikroskopischem, rotem Epidot (Withamit) und Thulit, im Altertume viel verarbeitet.

Stark oder reinglasige Ausbildungsformen von Glimmer- und Hornblendeporphyrit, Porphyritpechsteine, sind sehr selten (Gegend von Leisnig in Sachsen).

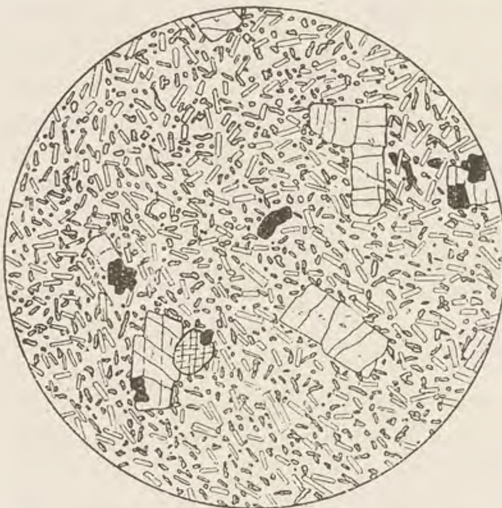


Abb. 22. Weiselbergit. Weiselberg bei St. Wendel. Plagioklas, Augit (und Eisenerz) mikroporphyrisch in einer Grundmasse aus Plagioklas- und Augitmikrolithen und Glas. — Vergr. 40.

2. Pyroxenporphyrit, von dunkler bis schwarzer Farbe, enthält wesentlich basischen Plagioklas und rhombischen Pyroxen (besonders Bronzit, seltener Hypersthen) oder Diopsid, bisweilen von basaltischem Augit begleitet, akzessorisch außer Apatit und Eisenerz gelegentlich Hornblende oder Biotit; ihre reichlichere Beteiligung bewirkt Übergänge in Hornblende- und Glimmerporphyrit. Basische, zu den Melaphyren überleitende Glieder (Augitporphyrite) enthalten bisweilen etwas Olivin. Von sekundären Mineralien sind verbreitet Calcit, Chlorit, Brauneisen, hin und wieder Epidot und Quarz. — Plagioklas und Pyroxene bilden die Einsprenglinge in einer Grundmasse aus Plagioklas, Diopsid, Augit (nie rhombischem Pyroxen), Eisenerz und nicht seltenem Glase. Die pilotaxitische und die hyalopilitische Struktur der Pyroxenandesite kehrt hier wieder.

Man unterscheidet: Bronzitporphyrit (und Hypersthenporphyrit), in großer Anzahl bekannt aus dem Saar-Nahegebiete, in geringerer aus Thüringen, dem östlichen Harz, von Ilfeld, von Klausen in Südtirol, aus England (Cheviot Hills); Augitporphyrit, ebenfalls im Saar-Nahegebiete verbreitet, im Flechtinger Höhenzuge bei Magdeburg, in der Gegend von Dresden. Eine an braunem Glase

reiche Abart mit kleinen Einsprenglingen ist der Weiselbergit (Abb. 22), benannt nach dem Vorkommen vom Weiselberge bei St. Wendel im Nahegebiete. — Übergangsglieder nach den Melaphyren sind die Labradorporphyrite, dunkle, bräunliche oder grünliche Gesteine mit großen Einsprenglingen von Labradorit, wenigen und kleinen von Augit (Diopsid und basaltischem Augit), gelegentlich mit etwas Hornblende und serpentinisiertem Olivin. Die Gesteine sind in den Südvogesen verbreitet, auch aus dem Harz bekannt; das schöne Gestein von Marathonisi im Peloponnes, der porfido verde antico, gehört ebenfalls hierher.

In der chemischen Zusammensetzung erweisen sich die Augitporphyrite im allgemeinen basischer als die bronzitführenden Arten. An die Labradorporphyrite schließen sich unmittelbar die Melaphyre an.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	60,98	17,40	3,93	0,65	1,92	5,06	4,02	3,20	1,60	(100,01)
2.	59,44	18,97	5,25	1,72	0,85	6,85	3,08	2,46	1,22	(99,84)
3.	58,97	15,73	—	11,73	0,84	3,20	5,43	0,65	3,25	(99,80)
4.	54,90	16,21	4,99	2,71	6,15	7,01	3,24	2,19	1,66	(100,66)
5.	53,29	18,87	4,09	4,53	2,47	5,71	4,07	3,66	2,66	(99,35)

1. Bronzitporphyrit. Stahlhof bei Freisen, Nahegebiet (mit 0,90 TiO_2, 0,20 P_2O_5, 0,15 SO_3); spez. Gew. 2,664.
2. Bronzit-Augitporphyrit. Kaufbach bei Dresden, Sachsen; spez. Gew. 2,65.
3. Weiselbergit. Weiselberg bei St. Wendel, Nahegebiet.
4. Augitporphyrit mit Olivin. Langenbach bei Freisen, Nahegebiet (mit 1,27 TiO_2, 0,22 P_2O_5, 0,11 SO_3); spez. Gew. 2,796.
5. Labradorporphyrit. Murbach, Südvogesen; spez. Gew. 2,765.

4 PLAGIOKLASBASALT UND MELAPHYR.

Plagioklasbasalte sind die jungvulkanischen, Melaphyre die altvulkanischen Ergußformen von Gabbromagmen. Kennzeichnend ist 1. das Vorwiegen des R_2O_3-haltigen basaltischen Augits, gegen welchen die in Andesiten herrschenden Diopside und besonders die rhombischen Pyroxene meist vollständig zurücktreten; 2. der Gehalt an Olivin als wesentlichem Gemengteil in den meisten nichtdoleritischen Gliedern der Familie; 3. der Reichtum an Eisenerz; 4. die nicht selten ophitische oder intersertale Struktur; 5. die Neigung zur Ausbildung doleritischer, d. h. makroskopisch körniger, nicht porphyrischer Gesteine. So gehört zum Plagioklasbasalt Plagioklasdolerit, zum Melaphyr als doleritische Fazies Diabas.

Plagioklasbasalt und -dolerit.

Die dunkelgrauen bis schwarzen Gesteine enthalten als wesentliche Gemengteile basischen Plagioklas, Augit und meist Olivin, akzessorisch besonders Eisenerz und Apatit, öfter etwas Biotit und Spinell, selten Hypersthen und Quarz. Es gibt außer porphyrischen auch nichtporphyrische, dichte bis gleichmäßig mittelkörnige Arten. Der Plagioklas, meist Labradorit bis Anorthit, ist in den nicht häufigen Einsprenglingen tafelig, zonar gebaut, mit Glasstriemen, Augitkörnchen oder Eisenerzeinschlüssen versehen, in der Grundmasse leistenförmig und einschlußfrei, in seiner Zusammensetzung der Randpartie der Einsprenglinge entsprechend, wenn in zwei Generationen vorhanden. Der im Dünnschliffe grünlichgraue oder bräunliche basaltische Augit läßt Zwillingsbildung nach (100) sehr häufig, nach (101) und (122) selten, knäuelartige Verwachsungen, Sanduhr- und Zonenbau sowie zahlreiche und mannigfache Einschlüsse allenthalben erkennen: Magnetit (besonders randlich), Apatit, Glasmasse in rundlichen Partikeln oder als förmliches Glasgeäder, Flüssigkeitseinschlüsse (bisweilen flüssige Kohlensäure) und Gasporen in Haufen oder flachen Lagen. Der Augit der Grundmasse, Kriställchen oder Körner, ist nicht verzwillingt und recht einschlußarm. Nur stellenweise findet sich Bronzit oder Hypersthen, Diopsid und ein diallagähnlicher Augit mit einer Absonderung nach (100). Der Olivin ist mehr oder minder gut begrenzt, mit großem (021) ausgestattet, aber häufig korrodiert. Zwillinge nach (011) und gabelige oder rahmenförmige Skelette (besonders in glasreichen Basalten) werden seltener gefunden. An Einschlüssen sind bräunlich durchscheinende Picotitoktaeder, Magnetit, Gasporen, Flüssigkeits- und Glastropfen verbreitet. Die Umwandlung der Olivine erfolgt häufiger in grünen oder rotbraunen Serpentin als in Iddingsit. Biotit sitzt gern in unregelmäßigen Schüppchen um größere Eisenerzkörner; oft fehlt er vollständig. Magnetit, wohl meist titanhaltig, erfüllt in mikroskopischen Oktaedern und Körnern, auch in mikroporphyrischen, größeren Partikeln die Dünnschliffe. Magnetitskelette sind in glasreichen Basalten nicht selten. Titaneisen findet sich reichlicher besonders in Doleriten, als braun durchscheinende Blättchen (Titaneisenglimmer) hin und wieder in Basalten. Apatit erscheint in Doleriten bisweilen schon makroskopisch, im Dünnschliffe bisweilen mit axialen Glaseinschlüssen, wasserhell oder bestäubt; in Basalten gewöhnlich als lange, dünne Nädelchen, deren weite Verbreitung sich oft erst bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen übersehen

läßt. Braune oder grüne Spinelle sitzen nur vereinzelt im Gesteinsgewebe. Gediegen Eisen, vielfach begleitet von Graphit und Magnetkies (Antrim in Irland, Nordamerika, Disko-Insel an der grönländischen Westküste) scheint manchmal aus einer Reduktion von Magnetit bei dem Durchbruche des Basaltes durch Braunkohle hervorgegangen zu sein. Dazu führt die Grundmasse oft braunes oder farbloses Glas, rein oder von Globuliten oder Trichiten erfüllt, gleichmäßig verteilt, fleckweise vorhanden oder intersertal in den Zwischenräumen namentlich der Plagioklasleistchen. Es ist bald in Salzsäure unlöslich, bald leicht unter Gelatinieren zersetzbar, manchmal in schmutziggrüne oder bräunlichgelbe, faserige Massen zersetzt. — An akzessorischen Bestandmassen finden sich gelegentlich Ausfüllungen von Blasenräumen und fremde, aus dem Untergrunde aufgenommene Mineral- oder Gesteinsbruchstücke. Die in Alkalibasalten so häufigen Olivinknollen fehlen den echten Plagioklasbasalten (wie auch den Melaphyren) fast ganz; sie wurden bei Vicenza beobachtet.



Abb. 23. Plagioklasdolerit. Reykjavik, Island. Plagioklas, Augit, Olivin, Eisenerz. Ophitische Struktur. Vergr. 18..

Die Struktur der Plagioklasbasalte ist recht mannigfaltig. Es gibt einsprenglingsfreie Arten von körniger oder ophitischer Struktur (Abb. 23) oder, wenn sich zwischen dem Sparrenwerke der Plagioklase statt des Augits Glas findet, Intersertalstruktur. Häufiger ist porphyrische Ausbildung, wobei besonders Augit und Olivin, seltener Plagioklas als Einsprenglinge auftreten und die Grundmasse entweder vollkristallin ist, Plagioklas, Augit, Eisenerz, bisweilen auch Olivin enthält, oder hypokristallin mit einer sehr wechselnden Menge von Glas erstarrte; durch Überwiegen des Glases entstehen Basaltgläser. Außer kompakter kommt (besonders in den Außenpartien basaltischer Eruptivkörper) blasige und schlackige Ausbildung vor. Die Blasenräume der Basaltmandelsteine sind vorzugsweise von mancherlei Zeolithen, seltener von Delessit, Quarz, Chalcedon, Calcit erfüllt.

Einteilung. Makroskopisch deutlich körnige, nicht porphyrische und gewöhnlich olivinarme Arten nennt man Plagioklasdolerit, dichte, oft porphyrische Arten Plagioklasbasalt. Außer olivinführenden Gesteinen gibt es seltenere olivinfreie (Färöer, Island). Ein reichlicher Gehalt an Übergemengteilen kommt in Namen wie Hypersthenbasalt, Quarzbasalt zum Ausdruck.

In der chemischen Zusammensetzung ist der niedrige Gehalt an SiO_2 (um 50 %) und Alkalien, unter denen NaO_2 vorherrscht, und der hohe Betrag an Oxyden zweiwertiger Metalle bezeichnend.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	50,05	18,78	-	11,69	5,20	11,66	2,24	0,38	—	(100,00)
2.	48,97	22,91	4,81	4,02	3,78	13,44	1,29	0,34	0,47	(100,33)
3.	52,13	14,87	—	11,40	6,46	10,56	2,60	0,69	1,19	(101,22)
4.	51,98	17,20	8,22	2,00	5,41	8,17	3,84	0,30	0,62	(99,69)
5.	53,91	17,95	2,21	4,80	5,52	10,40	2,90	1,34	0,20	(100,11)
6.	57,25	16,45	1,67	4,72	6,74	7,65	3,00	1,57	0,40	(100,35)

1. Plagioklasdolerit. Esja bei Reykjavik, Island.
2. „ Tonosawa bei Hakone, Japan (mit 0,08 MnO, 0,22 P_2O_5); spez. Gew. 2,805.
3. Plagioklasbasalt. Riesendamm, Irland (mit 0,32 MnO); spez. Gew. 2,878.
4. „ Cerro de Guadalupe, Mexiko (mit 0,36 TiO_2, 0,99 P_2O_5); spez. Gew. 2,72.
5. Hypersthenbasalt. Plumas Co., Kalifornien (mit 0,52 TiO_2, 0,10 MnO, 0,05 BaO, 0,21 P_2O_5).
6. Quarzbasalt. Cinder Cone, Kalifornien (mit 0,60 TiO_2, 0,10 MnO, 0,20 P_2O_5).

Die Osannschen Werte zeigen hohen Betrag für f (größer als a + c), c > a.

Basaltgläser finden sich als Krusten auf Strömen oder als Salbänder von Gängen (Gänge auf Arran, Mull und Skye, violette oder pechschwarze Massen, die entweder Plagioklas, Augit und Olivin, oder Plagioklas und Olivin allein ausgeschieden enthalten). Auf Strömen des Kilauea und Maunaloa auf Hawaii; hier auch ein Basaltbimsstein in goldbraunen Glasfäden (Peles Haar).

Bei der Verwitterung erhalten die Basalte eine bräunliche oder graugelbe Rinde, in welcher oft die noch frischen Augite hervortreten. Fortschreitende Zersetzung führt zur Bildung von sogen. Basaltwacke, einer scheinbar homogenen, erdigen, grünlich- oder bläulichgrauen bis schwarzbraunen Masse, die mitunter noch kugelige Reste weniger zersetzten Basaltes umschließt, und endlich zu sogen. Wackenton, wobei es sich hauptsächlich um eine bedeutende Anreicherung von Al_2O_3 (Kaolinisierung) bei Wegführung von Alkalien, CaO, MgO, z. T. auch FeO handelt. — Abweichend hiervon besteht die Bildung von Bauxit in einem Zurückbleiben von Aluminium- und Eisenoxyd (wie bei der Lateritisierung) und fast

völligem Verschwinden von SiO_2; die ehemalige Struktur des Gesteins bleibt im Bauxit nicht selten tadellos erhalten.

Die Lagerungsformen der Basalte sind besonders Decken (oft zu mehreren übereinander) und Ströme, Gänge und Kuppen, letztere echte Quellkuppen oder aus dem Aschenmantel herausgeschälte Kerne eines Vulkankegels oder der Erosion entgangene Reste von Decken.

Kontaktwirkungen basaltischer Gesteine sind hauptsächlich kaustische: Sandsteine erleiden Frittung, Verglasung, mitunter stengelige Absonderung; die Quarzkörner zerbersten, tonig-mergeliges Zement schmilzt zu braunem, seltener farblosem Glase, in welchem sich Neuausscheidungen von Spinell, Cordierit, Augit, auch Trichite finden können. — Quarzite werden zersprengt, die Brocken abgeschmolzen, mit einer Glaszone und einem Kranze grüner Augitkriställchen umgeben; letztere finden sich häufig noch bei völliger Einschmelzung kleiner Quarzsplitter oder Körner (z. B. aus Graniten) um einen Glastümpel als sogen. Augitaugen. — Tonschiefer, Schieferton und Ton verwandeln sich in „Basaltjaspis", d. s. harte, perlgraue, blaue, gelblich- oder schwärzlichgraue, mitunter geflammte Massen, zuweilen reich an Augitmikrolithen, Trichiten, auch an Spinelloktaederchen. — Kalkstein und Mergel werden zu Marmor umkristallisiert oder mit Magnetit, Augit, Wollastonit, Vesuvian, Granat und anderen Kontaktmineralien erfüllt. — Aus Eisenspat und Brauneisen kann Magnetit hervorgehen. — Graniteinschlüsse werden rissig oder zerbersten; Glimmer schmilzt zuerst und vermischt sich mit eindringendem Magma, welches Quarz und Feldspate abschmilzt, letztere auch „facettiert", d. h. den beiden Hauptspaltrichtungen folgend in netzartigem Geäder durchzieht. In den Schmelzhöfen bilden sich oft Trichite, winzige Augite, Spinell, Cordierit, Tridymit. Quarz und Feldspat (besonders Plagioklas) zeigen z. T. neue Anwachszonen, der ganze Einschluß manchmal eine grüne oder schwarze, mitunter blasige Glasrinde. — Gneißeinschlüsse verhalten sich ähnlich. — Kohlen werden zu Anthracit oder verkokt, gelegentlich stengelig abgesondert.

Vorkommen. Plagioklasbasalte der Alkali-Kalkreihe fehlen in Deutschland. Sie kommen mit Rhyolith, Trachyt, Andesit zusammen in geringem Umfange in Ungarn und Siebenbürgen vor, finden sich auch in den Euganäen, in den Vicentinischen Bergen, am Ätna mit ungewöhnlich hohem Alkali- und besonders Kaligehalt (3,45 Na_2O, 2,22 K_2O), südlich davon im Val di Noto (Palagonia) und am Kap Passaro. Große Ausdehnung besitzen sie in Island, auf den Färöer, den Orkneys und Hebriden (Skye, Mull, Rum, Staffa). Auf der Diskoinsel an der grönländischen Westküste enthalten sie Flitter und mächtige Blöcke von gediegen Eisen neben Magnetkies und Graphit, an anderen Fundstellen nur

Graphit (Graphitbasalt). In den nordamerikanischen Rocky Mountains kommen außer normalen auch Quarzbasalte vor, deren von Augitkränzen umgebene Quarzkörner aus der Mischung des basaltischen mit einem dacitischen Magma herstammen (Kalifornien, Nevada), ebenda auch Basalte mit rhombischem Pyroxen neben Augit (Hypersthenbasalt); vom North Park in Kolorado sehr magnetitreich (56 % Magnetit, 25 Bytownit, 15 Augit, 4 Apatit). Auch die mittel- und südamerikanischen Anden (in Chile obercretaceisch), Hawaii, Japan und besonders Vorderindien (im Dekhan 300000 qkm bei etwa 2000 m Mächtigkeit einnehmend) enthalten Plagioklasbasalte.

Unterscheidung. Von Augitandesiten sind die Plagioklasbasalte, auch olivinfreie, durch geringere SiO_2 bei reichlichen Eisenoxyden, MgO und besonders CaO sowie durch Fehlen pilotaxitischer und hyalopilitischer Struktur unterschieden, von Feldspatbasalten der Alkalireihe durch Fehlen von Anorthoklas- und Sanidinkitt, Nephelin, Leucit, Sodalithmineralien, Melilith, Rhönit, echtem Titanaugit und durch ihre Vergesellschaftung (nicht mit Nephelin- oder Leucitbasalten u. dgl., Phonolith, Alkalitrachyt, Trachyandesit). In Plagioklasbasalten ist $a < c$, $c > 3$, in Trachybasalten $a >$ oder $= c$, $c < 3$.

Diabas.

Diabase sind vortertiäre, mittel- bis feinkörnige, doleritische Eruptivgesteine, die wesentlich basischen Plagioklas und Augit, in manchen Arten Olivin, Magnesiumdiopsid, rhombischen Pyroxen, Hornblende, akzessorisch reichlich Eisenerze und Apatit, manchmal Biotit, auch Quarz enthalten.



Abb. 24. Olivindiabas. Neustadt bei Stolpen, Sachsen. Vergr. 20.

Der Plagioklas gehört zum Labradorit bis Bytownit. Der herrschende Augit ist grünlich- oder bräunlichgrauer, basaltischer Augit; neben ihm kommt manchmal ein fast farbloser Magnesiumdiopsid („Enstatitaugit") in Prismen vor, durch den kleinen Winkel $2E = 70 - 0°$ und eine nicht seltene Absonderung oder feinstreifige Zwillingsbildung nach (001) ausgezeichnet. Auch die nicht häufigen rhombischen Pyroxene zeigen bessere Kristallform als der gemeine Augit. Mehr noch als in Doleriten tritt in Diabasen der Olivin zurück, wenn er auch in geringer Menge weiter verbreitet ist, als die

Angaben in der älteren Literatur erkennen lassen; er bildet Körner mit eisenerzreichen Rändern (Abb. 24) und quer hindurchziehenden erzreichen Streifen. Quarz füllt entweder allein oder in schriftgranitischer Verwachsung mit Feldspat Lücken zwischen den übrigen Gemengteilen. Biotit in kleinen Schuppen und braune Hornblende, beide ohne Resorptionserscheinungen, zeigen nichts Besonderes. Das schwarze Eisenerz ist meist Titaneisen, Apatit reichlich vorhanden und manchmal schon makroskopisch als strichdünne, glänzende Nädelchen erkennbar.

Frische Diabase (Schweden, Irland, Nordamerika) haben das Aussehen von Doleriten und sind z. T. nicht von ihnen zu unterscheiden. In Mitteleuropa aber, wo die Diabase in gefaltetem Gebirge liegen und außer dem Gebirgsdruck oft auch Thermalwirkungen ausgesetzt waren (reichlicher Pyritgehalt), zeigen sie einen an Propylite erinnernden Grünsteinhabitus. Der Plagioklas wandelt sich in Epidot oder in trübe, saussuritähnliche Masse um; Chloritschüppchen, seltener Hornblendenädelchen, die sich in ihm ansiedeln, verursachen die Grünfärbung. Aus Augit entsteht Chlorit und grüne, spießige Hornblende, aus Olivin Serpentin, Talk oder pilitische Hornblende; auch etwa vorhandene Glasreste liefern chloritische und serpentinartige Umwandlungsprodukte; Titaneisen verwandelt sich in Leukoxen. Calcit, teils aus Plagioklas, teils aus Augit hervorgegangen, siedelt sich allenthalben im Gestein an.

Die Struktur der Diabase ist die körnige oder ophitische; Fluidalstruktur durch Parallelstellung der Plagioklase ist selten. Außer holokristalliner kommt auch hypokristalline Ausbildung vor. Die meist nur geringe Menge Glas entgeht in grünsteinartigen Diabasen infolge ihrer Umwandlung leicht der Beobachtung.

Einteilung. Nach dem Fehlen oder Vorhandensein wesentlicher Mengen von Olivin unterscheidet man Diabas und Olivindiabas; zwischen beiden besteht keine scharfe Grenze. Durch reichlichere Beteiligung von Nebengemengteilen entstehen Unterarten: Quarzdiabas; Enstatit-, Bronzit- oder Hypersthendiabas; Hunnediabas (vom Hunneberg in Schweden benannt) mit Magnesiumdiopsid; Proterobas mit primärer, brauner Hornblende, gewöhnlich biotitführend, manchmal quarzhaltig; Ophit nannten französische Geologen uralithaltige Diabase, deren Feldspat mitunter grau oder braun bestäubt ist; primäre, braune Hornblende in Säulchen oder als Saum um Augit ist in einigen Vorkommnissen nicht selten; die Gesteine

führen reichlich Apatit, oft Epidot (aus Hornblende), z. T. Skapolith (aus Feldspat entstanden); Pyrenäen.

Nur durch Umwandlungsvorgänge sind folgende, ehemals mit besonderen Namen belegte Diabasgesteine entstanden: Uralitdiabas, bei welchem der Augit vollständ g in Uralit umgesetzt ist; doch gehen auch aus Gabbro sehr ähnliche Uralitplagioklasgesteine hervor. Leukophyr (Gümbel), hellfarbig, mit saussuritartig verändertem Plagioklas und wenig Augit (meist blaßgrün), dazu reichlich stark verwittertes Titaneisen, Chlorit und Calcit (Fichtelgebirge). Epidiorit (Gümbel), richtiger Epidiabas, neben Uralit reich an sekundärem, faserigem Aktinolith; Augit ist noch spärlich vorhanden oder schon ganz verschwunden, der Feldspat z. T. in saussuritische Massen umgewandelt; außerdem Chlorit, Calcit, Quarz; die Gesteine sind oft druckschieferig (Fichtelgebirge).

Glasige oder sehr glasreiche Diabasgesteine finden sich manchmal als Salbänder von Gängen (Schweden) oder als Rinden von Lagern (mehrfach in Hessen), auch in selbständigen, 10—12 cm mächtigen Gängen im Kirchspiel Wichtis NW von Helsingfors, als Wichtisit, schwarz, wenig glänzend, von muscheligem Bruch, unangreifbar von Säuren; spez. Gew. = 3,03. Ein schwarzes Olivindiabasglas ist der Sordawalit, das 3—5 cm mächtige Salband von Gängen bei Sordawala (Ladogasee). — Der Variolit enthält in ursprünglich glasiger, jetzt feinkristallin gewordener Grundmasse radialfaserige, weißlich oder violettgraue Kügelchen (Variolen), die hauptsächlich aus feinsten Feldspatfäserchen bestehen, zwischen denen Augit- und Titanitkörnchen, oft auch Grundmasseteile liegen. Variolit bildet besonders die Randpartien von Diabaskörpern (Fichtelgebirge; Vogtland; Frankenwald; Hessen; am Mont Génèvre bei Besançon; Jalguba im Gouv. Olonetz).

Lagerung. Die Diabase sind häufig lagerartig zwischen Sedimentärschichten eingeschaltet und zwar teils intrusiver, teils effusiver Natur; weitverbreitet sind Gänge. — Die Absonderung ist meist unregelmäßig polyedrisch, seltener säulig, plattig oder schalig-kugelig. — Die Haupteruptionszeit fällt in die paläozoische Periode, besonders vom Silur bis zum Carbon.

Die chemische Zusammensetzung entspricht der der Plagioklasdolerite und -basalte:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	45,80	18,49	5,67	4,90	5,74	12,70	3,20	0,60	3,24	(100,34)
2.	55,25	12,12	8,84	4,91	4,84	8,34	2,08	1,62	1,65	(99,65)
3.	51,23	12,70	4,00	10,48	6,51	8,40	3,04	1,55	0,39	(99,70)
4.	51,73	17,52	1,11	3,84	10,02	13,36	1,61	0,48	0,34	(100,25)
5.	47,60	15,29	7,09	6,87	6,48	8,41	3,62	1,40	2,14	(100,03)
6.	51,68	13,88	6,59	4,44	7,87	10,99	2,93	0,81	0,74	(99,93)
7.	52,79	11,76	—	11,07	9,01	5,90	3,07	1,16	4,38	(99,14)
8.	54,24	14,27	—	15,62	3,86	5,65	3,88	—	—	(100,22)

1. Diabas. Großer Staufenberg bei Zorge, Harz.
2. Quarzdiabas, hornblendeführend. Richmond, Kapland.
3. Hunnediabas. Halleberg, Schweden (mit 1,21 TiO_2, 0,19 P_2O_5).
4. Enstatitdiabas. Kivakka, Russisch-Karelien (mit 0,24 TiO_2).
5. Proterobas. Fichtelberg, Fichtelgebirge (mit 0,46 P_2O_5, 0,12 MnO, 0,16 CO_2, 0,39 S).
6. Olivindiabas. Colesberg, Kapland.
7. Variolit. Quellgebiet der Durance, französische Alpen.
8. Wichtisit. Kirchspiel Wichtis, Finnland (mit 2,70 MnO).

Das spez. Gewicht hält sich meist zwischen 2,8 und 3.

Verbreitung. Diabase finden sich u. a. in Niederschlesien (Goldberg-Kupferberg); Gänge im Lausitzer Granit; bei Tharandt mit ausgezeichneten Druckmodifikationen; Gegend von Nossen; vor allem im Vogtlande, Fichtelgebirge, Harz, in Nassau, im Saar-Nahegebiet (nicht selten mit Enstatit oder Bronzit); spärlicher im Thüringer Walde. In Böhmen besonders in der Silurmulde. Weitverbreitet in Schweden (und von hier aus im norddeutschen Glazialdiluvium): Kongadiabas, kleinkörnig, quarzhaltig, mit spärlicher Hornblende, Magnesiumdiopsid und rhombischem Pyroxen neben Diabasaugit; zwischen den Plagioklasleisten mitunter schriftgranitische Quarz-Feldspatfüllmasse. Hunnediabas meist kleinkörnig, enthält neben xenomorphem Augit automorphen Magnesiumdiopsid und kleine Mengen von Bronzit, Biotit und Hornblende, sowie spärlich grünliche Zwischenklemmungsmasse (mächtige Intrusivlager, heute als Decken erscheinend, am Hunneberg und Halleberg). Verbreitet in England (die gewaltige Intrusivmasse des Whin Sill); im Kaplande; im Osten der Vereinigten Staaten von Nordamerika, hier u. a. die Palissaden des Hudson bildend.

Olivindiabase kommen vor: In Sachsen bei Niederwiesa (Chemnitz) und bei Nossen enstatitführend; gangförmig im Lausitzer Granit, bald ziemlich grobkörnig, bald feinkörnig basaltähnlich; die Salbänder letzterer Gänge, mitunter dicht, glasführend, enthalten Plagioklas und Augit nur in Mikrolithen, Olivin mikroporphyrisch. In der Lahn- und Dillgegend mit manchmal recht diallagähnlichem Augit. Mehrorts im linksrheinischen Rotliegenden, z. T. mit Enstatit, der gewöhnlich in Bastit umgewandelt ist. Im Departement Finistère mit geringem Quarzgehalt. Reichlich im Carbon Großbritanniens, manchmal mit schriftgranitischen Verwachsungen von Augit und Plagioklas. Weitverbreitet in Schweden: Kinnediabas: Rundliche Augite reichlich von Plagioklasleistchen durchspickt, Olivinkörnchen, Titaneisen, wenig Apatit, Quarz und viriditisch zersetzte Intersertalmasse. Asbydiabas: Mittelgrob, ophitisch, der rotbraune Augit und der Olivin mit Glaseinschlüssen, letzterer auch mit verzweigten, dunklen Mikrolithen; Apatit und schwarze Eisenerze reichlich; wenig Biotit sitzt mit Vorliebe um Titaneisen; das Gestein ist sehr frisch. Helleforsdiabas: Mittel- bis grobkörnig, reichlich Apatit, wenig braungrüne Hornblende und Biotit, zwischen den Gemengteilen bisweilen schriftgranitische Quarz-Feldspatverwachsungen; reichliche Viriditmassen färben das Gestein grün. Särnadiabas: Gleichmäßig kleinkörnig, Biotit und Quarz sehr spärlich, oft eine aus grünen Körnchen und farblosen Nädelchen bestehende Intersertalmasse führend. Ottfjälldiabas: Recht feinkörnig, der Plagioklas randlich braun, innen farblos, oft saussuritisch verändert; der Augit fast farblos und leicht zersetzbar, der Olivin gewöhnlich voll von dunkelgrauem

Staub; dazu Titaneisen, etwas Biotit und (wohl sekundärer) Quarz. Zahlreiche Gänge auf Bornholm und im südwestlichen Finnland.

Die Kontaktwirkungen der Diabase, besonders die mächtiger Intrusivkörper, ähneln denen der Tiefengesteine: Marmorisierung von Kalkstein; Umwandlung von Schiefern in Hornschiefer und Hornfelse oder in gefleckte Spilosite, gebänderte Desmosite und dichte Adinole; selten sind Kontaktwirkungen kaustischer Art beobachtet worden: Frittung von Sandsteinen, Grauwacken und Schiefern; Verkokung und stengelige Absonderung von Kohlen (Nassau, England, Frankreich).

Melaphyr.

Die eigentlichen (olivinführenden) Melaphyre sind dunkle, frisch schwärzliche, verwittert grünlich- oder rötlichbraune Gesteine, die wesentlich Plagioklas, Augit und Olivin, akzessorisch Magnetit, Titaneisen und Apatit, gelegentlich Enstatit, Hornblende oder Biotit, selten Quarz, oft Glasbasis enthalten. Es sind die vortertiären Äquivalente der Plagioklasbasalte; wie bei diesen, kommen außer den vorwaltenden olivinhaltigen auch seltenere, olivinfreie Arten vor (Diabasporphyrit und Verwandte; Spilit).

Der Plagioklas gehört vorwiegend zum Labrador, ist dünntafelig (in der Grundmasse leistenförmig), oft zonar gebaut, führt Glaseinschlüsse und liefert bei der Zersetzung reichlich Calcit. Der rötlichbraune oder gelbliche basaltische Augit zeigt bisweilen neben der gewöhnlichen Spaltbarkeit eine Absonderung nach (100), findet sich in sehr wechselnden Mengen, scheint mit dem Zunehmen der Glasbasis zurückzutreten, führt gern Glaseinschlüsse und wandelt sich besonders in Chlorit oder Grünerde, seltener in Uralit um. Die schlanken Säulchen des Enstatits (oder Bronzits), gewöhnlich in Bastit verändert, erscheinen besonders in olivinarmen Gesteinen manchmal schon makroskopisch, meist erst mikroporphyrisch. Olivin, wenn frisch, im Schliffe farblos, gelblich oder grünlich, ist automorph, oft korrodiert, nicht selten mit Picotiteinschlüssen versehen; es entstehen aus Olivin Serpentin oder Karbonate oder Kieselmineralien oder Gemenge der genannten Substanzen, wobei oft Umrisse und Quersprünge des Olivins durch Eisenerze markiert werden (Abb. 25). In anderen Fällen bildet sich eine glimmerartige, braunrote, pleochroitische Masse (Iddingsit), selten Pilit aus dem Olivin. Braune Hornblende, Biotit und Granat sind nur von lokaler Bedeutung. — Die Grundmasse ist sehr selten basisfrei; gewöhnlich bildet sie ein Aggregat von oft fluidal geordneten Plagioklasleistchen (bis-

weilen in Skeletten), Augitkörnchen, mitunter kleinen Olivinen, viel Eisenerz (manchmal Magnetitskelette) und mehr oder weniger grauer oder lichtbräunlicher, globulitisch gekörnelter Glasbasis, die bald als kontinuierlicher Untergrund, öfter als Intersertalmasse erscheint und häufig in viriditische, schmutzig braungrüne Faseraggregate umgewandelt ist. Allerlei Umwandlungsprodukte, besonders Calcit, Chlorit, Serpentin, Brauneisen, Eisenglanz, Quarz, Chalcedon, die aus der Zersetzung der Gesteinsgemengteile hervorgehen, sind weitverbreitet.

Struktur. Wie bei Plagioklasbasalt gibt es porphyrische und nicht porphyrische Arten. Bei porphyrischer Ausbildung enthalten die Gesteine entweder in sehr basisarmer bis basisfreier Grundmasse aus vorwiegenden, kurzrechteckigen Feldspatschnitten, wenig Augit und etwas Eisenerz reichlich Ausscheidungen von Plagioklas (manchmal durch sekundären Eisenglanz auf Sprüngen rot gefärbt), Olivin, der gern in Iddingsit umgewandelt ist, und wenig Augit; das ist der Navit-Typus (Abb. 25), nach dem Vorkommen im Gebiete der Nahe (= Nava) benannt. Oder in einer vorwaltenden, erzarmen, globulitischen Glasbasis mit gleichmäßig verteilten zahlreichen Feldspatleistchen und lichtgrünen Augiten liegen hauptsächlich Ausscheidungen von Olivin, z. T. auch von Enstatit oder Bronzit, gelegentlich Biotitschüppchen; Plagioklas und Augit fehlen meist ganz unter den Einsprenglingen. Das sind die Olivin-Weiselbergite. Nichtporphyrische Arten, die Olivin-Tholeiite zeigen intersertale Struktur (Abb. 26). — Als olivinfreie Gesteine entsprechen den Naviten die Diabasporphyrite. Einsprenglingsfreie Form der Ausbildung zeigen die Spilite (Diabasaphanite), sehr feinkörnige bis dichte, grünlichgraue, violette oder schwarze Gesteine, die, wenn frisch, hauptsächlich aus feinen, fluidal oder seltener sphärolithisch geordneten Plagioklasleistchen, Augitkörnchen und etwas braunem Glase bestehen. Den Olivin-Tholeiiten entsprechen Tholeiite. Melaphyre und Spilite

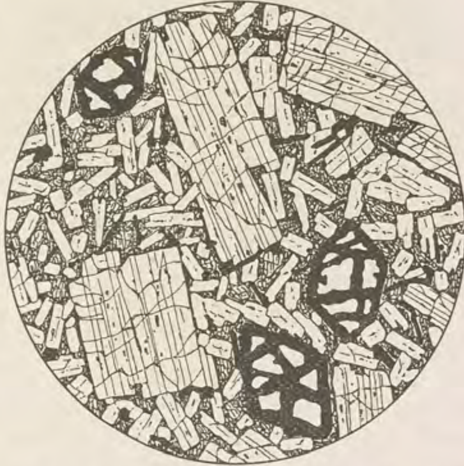


Abb. 25. Melaphyr (Navit) von Heisterbach, Nahegebiet. Vergr. 20.

neigen außerordentlich zur Mandelbildung (Melaphyrmandelsteine, Diabasmandelsteine), wobei die Blasenräume bald mikroskopisch klein, bald mehr als kopfgroß sind. Mannigfaltige Mineralien bilden die Füllmassen dieser Höhlungen, bei kleineren meist Calcit oder Delessit, bei größeren oft eine äußere Delessitschicht, innen Calcit oder Chalcedon oder Achat; in nicht vollständig erfüllte Räume ragen Kristalle von Bergkristall oder Amethyst hinein; außerdem sitzen hier mitunter Individuen von Calcit, Harmotom, Epidot, Prehnit, Datolith, Goethit, auch wohl Analcim, Chabasit, Schwerspat, Flußspat, Pyrolusit.



Abb. 26. Melaphyr (Olivin-Tholeiit) von Braunshausen, Nahegebiet. — Vergr. 20.

Die chemische Zusammensetzung zeigt trotz der meist wenig frischen Beschaffenheit der Gesteine (s. H_2O-Gehalt und CO_2) deutlich basaltischen Charakter:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	54,13	16,17	3,36	4,76	6,76	7,48	2,89	1,63	2,72	(100,25)
2.	52,91	17,88	2,20	5,60	4,98	9,58	3,21	1,31	0,52	(100,36)
3.	50,15	15,02	5,17	5,17	6,90	8,25	2,59	1,33	4,08	(99,66)
4.	50,74	15,89	7,88	1,75	4,59	8,97	3,27	1,30	3,25	(99,72)

1. Melaphyr. Wacht bei Kaiserslautern, Pfalz (mit 0,19 P_2O_5); spez. Gew. 2,625.
2. Tholeiit. Baumholder bei Birkenfeld, Nahegebiet (mit 1,07 TiO_2, 0,15 P_2O_5, 0,95 CO_2); spez. Gew. 2,871.
3. Olivin-Tholeiit. Höringen bei Winnweiler, Pfalz (mit 0,33 TiO_2, 0,26 P_2O_5, 0,32 CO_2, 0,09 SO_3); spez. Gew. 2,753.
4. Navit. Kirn, Nahegebiet (mit 1,37 TiO_2, 0,44 P_2O_5, 0,14 CO_2, 0,13 SO_3); spez. Gew. 2,742.

Man achte auf die Unterschiede zwischen dem olivinfreien Gestein Nr. 2 und dem olivinführenden Nr. 3.

Als Lagerungsformen sind hauptsächlich Decken und Lager bekannt, weniger Gänge, Stöcke, Kuppen. — Die Haupteruptionen fallen in das Carbon und Perm; doch sind auch Ergüsse aus der Trias (im Vicentinischen und teilweise in Siebenbürgen) und der Kreide bekannt (Krim).

Die Kontaktwirkungen der Melaphyre sind wie bei Basalt kaustischer Natur.

Hauptverbreitung. In Schlesien, bei Löwenberg und Landshut; bei Waldenburg braune Hornblende und fremde Quarzkörner mit Augitkränzchen führend. In Böhmen am Südabfalle des Riesengebirges; Gegend von Beraun. Sachsen, in der Zwickauer Gegend als ausgedehnte Decken. Harz, Gegend von Ilfeld, z. T. mit Enstatit (Bastit) und Biotit. Thüringer Wald, besonders um Kleinschmalkalden, manchmal biotitreich (Glimmermelaphyr Bücking's). Verbreitet im Saar-Nahegebiet als Navit, Olivinweiselbergit und Olivintholeiit; bei Albersweiler in der Pfalz fremde Quarzkörner mit Augitkränzchen enthaltend. Gegend von Darmstadt. In den Alpen der durch Gebirgsdruck beeinflußte Olivinweiselbergit der „Glarner Doppelfalte" mit roten oder dunkelvioletten, breiten und grauen, schmalen Bändern, erstere reich an Brauneisen, Epidot und Sericit, mit gestreckten und gebogenen Mandeln und platten, verdrückten, in Serpentin umgewandelten Olivinen; mehr oder weniger schieferig. Ähnliche Gesteine gehen auch aus den Naviten und Olivintholeiiten des Verucano hervor. Frankreich, in den Vogesen und im Morvan. Mehrorts in England, Schottland und Irland, oft Olivintholeiit; dazu gehört ein Teil der früher als Trapp bezeichneten Felsarten; andere Trappe sind Plagioklasbasalte (Anamesit und Dolerit), Olivindiabase, Hyperite u. a. schwarze Gesteine. Ungarn, in den kleinen Karpathen und besonders im siebenbürgischen Erzgebirge. In Nordamerika verbreitet am Oberen See.

5. PIKRIT.

Pikrite sind grünlichschwarze, feinkörnige Ergußformen von Peridotiten. Sie enthalten neben reichlichem, automorphem Olivin wechselnde Mengen von bräunlichem Augit, brauner Hornblende und Biotit, auch Chromdiopsid oder Bronzit (Hypersthen); Eisenerze und Apatit sind allgemein, sehr spärlicher basischer Plagioklas nur lokal zu finden. Kurzbüschelig-faserige blaßbläulich-grüne Substanzen serpentinartiger und chloritischer Natur, aus Olivin und Augit hervorgegangen, erscheinen manchmal wie eine Grundmasse. Olivin setzt sich zuweilen in pilitische Hornblende, meist aber in Serpentin um.

Auch die chemische Zusammensetzung zeigt den Peridotitcharakter:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	42,57	4,58	7,71	7,31	22,16	5,24	0,45		7,64	(99,32)
2.	40,02	8,32	1,51	11,14	27,63	4,04	0,65	0,32	4,30	(99,88)
3.	39,10	4,94	4,31	11,44	29,18	3,95	—	—	5,67	(99,48)

1. Pikrit. Lauterbach, Vogtland (mit 1,50 TiO_2, 0,16 P_2O_5).
2. „ Wommelshausen, Hessen (mit 0,59 TiO_2, 0,85 MnO, 0,51 FeS_2); spez. Gew. 2,99.
3. „ Schwarze Steine bei Wallenfels, Nassau (mit 0,45 Cr_2O_3, 0,28 MnO, 0,16 NiO); spez. Gew. 2,93.

Vorkommen. Pikrite finden sich als Oberflächenergüsse, Gänge und Intrusivlager im Unterdevon des sächsischen Vogtlandes teils hypidiomorph-körnig, teils holokristallin-porphyrisch (Pikritporphyrit), teils hypokristallin-porphyrisch mit intersertaler Grundmasse (Schönfelsit) in Begleitung von Diabas; im Fichtelgebirge (Gümbels Paläopikrit), grünlichschwarz, neben gemeinem oder diopsidischem Augit Hornblende, Biotit, vereinzelt Enstatit; Olivin ist mitunter in pilitische Hornblende umgewandelt. Verbreitet in Nassau, begleitet von Diabasen des Unterdevons, von ähnlicher Zusammensetzung wie die fichtelgebirgischen Arten. In Schottland tertiär, mit Gabbro, Dunit und Dolerit; in Cornwall; in Nordamerika.

B. ALKALI-GESTEINE.

Im Gegensatze zu den Alkali-Kalkgesteinen ist der größte Teil der Alkaligesteine durch die Führung eines oder einiger der folgenden Mineralien gekennzeichnet: Nephelin, Leucit, Haüyn, Sodalith, Melilith, Natronamphibole, Natronpyroxene, braunvioletter Titanaugit. Anorthoklas (und Albit) kommen hier nicht selten, in Alkali-Kalkgesteinen nur sehr spärlich vor. In chemischer Hinsicht gibt es zwei Gruppen. In der einen, die den chemischen Übergang zu Alkali-Kalkgesteinen vermittelt, ist der Molekularwert für Al_2O_3 größer als die Molekularsumme der Alkalien; diese Gesteine führen gewöhnlich Plagioklas. In der anderen Abteilung ist die Molekularsumme der Alkalien gleich dem Molekularwerte der Tonerde oder größer als er. Dann tritt zur Bindung des Alkaliüberschusses (des Natrons) statt Al_2O_3 Fe_2O_3 ein und es entstehen Natronamphibole oder -pyroxene; diese Gesteine sind in der Regel plagioklasfrei. Es ist jedoch bei der Feststellung des Al_2O_3-Alkaliverhältnisses zu beachten, daß die Analyse von frischem Material herrühren muß, weil bei der Verwitterung Al_2O_3 angereichert, die Alkalimenge aber vermindert wird, und daß besonders bei basischen Gesteinen P_2O_5 (und TiO_2) abgeschieden werden, um den wahren Betrag von Al_2O_3 zu erhalten. Die erste Gruppe hat man als Subalkaligesteine, die zweite als Alkaligesteine im engeren Sinne bezeichnet. Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung gegenüber den Alkali-Kalkgesteinen sollen bei den einzelnen Gesteinsfamilien gezeigt werden. Geologisch bekunden die Alkaligesteine ihre Selbständigkeit durch eigene Verbreitungsgebiete oder Eruptionsperioden. Auffallend ist, daß wohl über Alkali-Kalkgesteinen Alkaligesteine sitzen, nicht aber umgekehrt.

Wie bei den Alkali-Kalkgesteinen gibt es auch hier Tiefengesteine mit einem besonderen Ganggefolge und Ergußgesteine.

a) TIEFENGESTEINE.

Bei den Tiefengesteinen unterscheidet man:

1. Alkaligranit: Alkalifeldspat, (Kalknatronfeldspat), Quarz;
2. Alkalisyenit: Alkalifeldspat, (Kalknatronfeldspat);
3. Eläolith- und Leucitsyenit: Alkalifeldspat und Eläolith oder Leucit;
4. Essexit: Natronkalkfeldspat, (Alkalifeldspat);
5. Theralith: Natronkalkfeldspat, Nephelin;
6. Ijolith und Bekinkinit: Nephelin;
7. Fergusit und Missourit: Leucit;

dazu kommen als 8. Familie Gesteine ohne Feldspat oder Feldspatvertreter: Alkaliperidotit und -pyroxenit.

1. ALKALIGRANIT.

Alkaligranite sind helle, hypidiomorph-körnige Gesteine, die wesentlich aus Alkalifeldspat, Quarz, Lepidomelan oder Natronamphibol oder Natronpyroxen oder einigen dieser dunklen Gemengteile bestehen. Kalknatronfeldspat ist nur in einer kleinen Gruppe vorhanden. Akzessorisch finden sich Apatit und Zirkon regelmäßig, Diopsid nicht selten, Eisenerz vereinzelt.



Abb. 27. Riebeckitgranit. Turcoaja, Rumänien. Mikroperthit (streifig), Quarz, Riebeckit (dunkel). Vergr. 15.

Der Alkalifeldspat ist Orthoklas- oder Mikroklinperthit, selten Anorthoklas oder Albit; er bildet die Hauptmenge des Gesteins. Kalknatronfeldspat (Oligoklas bis Andesin) fehlt oft ganz, bleibt auch, wenn vorhanden, an Menge immer bedeutend hinter Alkalifeldspat zurück. Zwillingsbildung und Umwandlung der Feldspate sind die gleichen wie in den gewöhnlichen Graniten; auch Quarz und der braunschwarze Glimmer zeigen keine besonderen Merkmale. Von Natronamphibolen sind am verbreitetsten Riebeckit und Arfvedsonit in unregelmäßigen oder nur in der Prismenzone kristallographisch begrenzten Individuen (Abb. 27). Der Natronpyroxen ist Agirin in

Prismen oder Körnern oder in Parallelverwachsung mit Natronamphibol; bei der Verwitterung liefert er wie Riebeckit und Arfvedsonit hauptsächlich Brauneisen.

Die Struktur ist hypidiomorph-körnig; doch geht die Kristallisation der Alkaliamphibole und -pyroxene oft bis an das Ende der Feldspatbildung; daher die geringe Automorphie des Riebeckits, Arfvedsonits und Ägirins. Makroskopisch zeigen die Alkaligranite mit Ausnahme der Kugelbildung alle Strukturformen der gewöhnlichen Granite.

Einteilung. Man unterscheidet 1. Alkaligranitit, 2. Riebeckit- und Arfvedsonitgranit, 3. Ägiringranit; die Gruppen sind durch Übergänge verbunden.

Folgende Analysen mögen ein Bild von der chemischen Zusammensetzung geben:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	77,50	11,80	0,41	0,72	0,65	0,39	3,10	4,18	1,90	(100,71)
2.	75,92	12,96	0,33	1,40	Sp.	0,15	4,60	4,15	0,32	(100,07)
3.	76,05	11,68	0,34	1,05	0,29	0,42	3,79	5,09	1,36	(100,54)
4.	78,49	9,99	1,94	1,18	0,09	0,30	3,74	3,84	0,72	(100,29)
5.	73,93	12,29	2,91	1,55	0,04	0,31	4,66	4,63	0,41	(100,91)
6.	68,70	6,85	9,93	1,14	0,26	1,34	7,01	1,58	0,50	(101,28)

1. Alkaligranitit. Restonica, Korsika (mit 0,06 TiO_2).
2. „ Florissant, Kolorado (mit 0,12 F, 0.03 CO_2, 0,05 TiO_2, 0,04 MnO).
3. „ Drammen, Norwegen (mit 0,05 TiO_2, 0,42 ZrO_2); spez. Gewicht 2,636.
4. Riebeckitgranit. Dahamis, Sokotra (akmitführend).
5. „ Quincy, Massachusetts (mit 0,18 TiO_2); spez. Gew. 2,642.
6. Ägiringranit. Ampasibitika, Madagaskar (mit 0,26 TiO_2, 3,71 ZrO_2).

Bei einem Vergleich mit Analysen gewöhnlicher Granite (S. 7) fällt der höhere Gehalt an SiO_2 der Alkaligranite, die geringere Menge Al_2O_3 und der immer sehr geringe Betrag von CaO und MgO auf; damit wird auch das Verhältnis (CaO + MgO) : Alkalien ein anderes (vgl. besonders amphibolführende Arten), ebenso Al_2O_3 : Alkalien (in Nr. 3 — 6 kleiner als 1 in den Molekularwerten). Bemerkenswert ist auch, daß amphibolführende und pyroxenhaltige Gesteine nicht wie bei den Kalk-Alkaligraniten höheren Betrag von CaO + MgO, sondern von Eisenoxyden aufweisen.

Wenn man die Analysenorte der Alkaligranite neben die der gewöhnlichen Granite in das Dreieck einträgt, dann zeigt sich, daß sie im allgemeinen mehr nach der Seite a f hin, z. T. auf ihr selbst liegen.

Verwitterung, Lagerungsweise und Kontaktwirkungen sind dieselben wie bei Kalk-Alkaligraniten.

Die Unterscheidung von gewöhnlichen Graniten gelingt in der Regel durch Mineralbestand oder chemische Zusammensetzung; in zweifelhaften Fällen entscheidet die Vergesellschaftung und die Art des Ganggefolges.

Vorkommen. Echte Alkaligranite fehlen in Deutschland (der Lithionitgranit von Eibenstock im Erzgebirge gehört wegen seiner kersantitischen Gänge nicht hierher). Sie sind, oft in Gesellschaft von Alkalisyenit, Eläolithsyenit und anderen Alkalitiefengesteinen, verbreitet im südlichen Norwegen, mehrorts in Schweden (Ragunda in Jemtland; in Ostgotland), vereinzelt in Finnland, auf Korsika, in Rumänien. Viele Fundorte sind aus Afrika bekannt: Algier, Abessinien, Insel Sokotra, Tschadseegebiet, Kamerun, nördliches Madagaskar; ebenso aus Nordamerika: Massachusetts, Montana, Kolorado; Grönland.

2. ALKALISYENIT.

Die hypidiomorph-körnigen Gesteine enthalten wesentlich Alkalifeldspat, Glimmer, Amphibol oder Pyroxen, in einer Gruppe auch Plagioklas, als Nebengemengteile Sodalith, Nephelin, wenig Quarz, Apatit, Eisenerze, Titanit, Zirkon, Flußspat, selten Korund und Olivin.

Der Alkalifeldspat ist perthitischer Orthoklas oder Mikroklin, Anorthoklas, selten Albit, der Plagioklas meist Oligoklas bis Andesin, in dunklen Gesteinen Labradorit. Der Glimmer ist brauner Lepidomelan, der Amphibol im Monzonit grüne Hornblende, sonst Barkevikit oder Arfvedsonit, selten Riebeckit. Pyroxene sind vertreten durch Diopsid, violettbraunen Titanaugit und die Natronpyroxene Ägirinaugit und Ägirin; diese kommen entweder selbständig oder als Rinden um Diopsid oder Titanaugit vor. Titanit, im Handstücke honiggelb, im Dünnschliffe hell gelblichgrau, zeigt (011) groß entwickelt.

Struktur. Die hypidiomorph-körnige Struktur ist allenthalben deutlich; wie bei den Alkaligraniten geht die Bildungsperiode der farbigen Gemengteile gewöhnlich lange neben der der Feldspate her. Richtungslos-körnige Gesteine sind am häufigsten, parallelstruierte mit gleichgerichteten Feldspaten seltener.

Einteilung. Nach dem Verhältnis der Molekularwerte von Al_2O_3 : Alkalien unterscheidet man zwei Gruppen:

a) Al_2O_3 größer als Alkalien; die Gesteine enthalten (mit Ausnahme des Laurvikits) außer Alkalifeldspat auch Plagioklas:

Monzonit, das Übergangsglied nach den Alkali-Kalksyeniten; er enthält Orthoklas, Plagioklas (Andesin bis Bytownit, meist Labradorit), Diopsid, grüne Hornblende, Biotit (oft von anderen Gemengteilen poikilitisch durchwachsen), in manchen Arten auch rhombischen Pyroxen. Durch Schwanken des Verhältnisses zwischen Orthoklas und Plagioklas, der dunklen Gemengteile untereinander und zur Gesamtmenge der Feldspate wird das Gestein außergewöhnlich abwechselungsreich. Akzessorisch sind vorhanden reichlicher Apatit, ferner Magnetit und Titanit, örtlich Spinelle, Melanit, in gewissen Arten Quarz oder Olivin oder Nephelin. Stärkeres Hervortreten einzelner dieser Gemengteile ergibt neben dem gewöhnlichen (Hornblende-Augit-)Monzonit Abarten: Quarzmonzonit, Hypersthenmonzonit, Olivinmonzonit (Kentallenit); abweichend zusammengesetzt ist der Nephelinmonzonit (Anorthoklas, Labradorit, Nephelin, Titanaugit, Barkevikit).

Verbreitung. Am Monzoni und bei Predazzo in Südtirol; mit Alkaligranit im schwedischen Ragundamassiv; in Schottland (Kentallenit); mit Nephelin- und Leucitgesteinen in Montana; Nephelinmonzonit in Madagaskar.

Laurvikit enthält wesentlich Mikroperthit oder Anorthoklas mit spitzrhombischen Querschnitten, z. T. auch mit blauem Farbenspiel (Frederiksvärn), öfter als Karlsbader Zwillinge mit (100) als Verwachsungsfläche. Zurücktretend finden sich Pyroxene: Titanaugit, bisweilen mit zwei Systemen dunkler Nädelchen parallel (010), Diopsid, Ägirinaugit; ferner barkevikitische und arfvedsonitische Hornblende und Lepidomelan. Akzessorisch sind verbreitet Apatit, titanhaltiger Magnetit und Zirkon, manchmal etwas Sodalith, Eläolith, Olivin, Hypersthen und spärlicher Titanit; Kalk-Natronfeldspat und Quarz fehlen Die Struktur ist granitisch-körnig bis grob trachytoid, selten porphyrartig.

Vorkommen: Mit Alkalisyenit und Eläolithsyenit im südnorwegischen Kristianiagebiet (normal, mit Randfazies von Rhombenporphyr), in Texas porphyrartig, in Madagaskar ohne Rhombenform der Feldspate.

Åkerit ist ein Augit-Alkalisyenit von granitisch-körniger bis trachytoider Struktur aus Mikroperthit, Plagioklas (oft als Kern im Kalifeldspat), Diopsid, Titanaugit, etwas Biotit, oft wenig Quarz, manchmal Hypersthen oder grünem oder braunem Alkaliamphibol; akzessorisch ist Eisenerz mit Biotitkränzen und Apatit. — Südnorwegen; New Hampshire (monazitreich).

Sodalithsyenit enthält neben Mikroperthit oder Anorthoklas etwas Albit, manchmal Plagioklas, Sodalith als Fülle oder automorph, barkevikitische Hornblende,

Diopsid, wenig Biotit, akzessorisch Eisenerz, Apatit, Titanit. — In Montana mit Eläolithsyenit; im böhmischen Mittelgebirge (Großpriesen u. a. O.) mit Essexit (hier nur 49,06 SiO_2 enthaltend).

b. Molekularwert für Al_2O_3 gleich der Summe der Molekularwerte für $Na_2O + K_2O$ oder kleiner als sie; die Gesteine sind frei von Kalk-Natronfeldspat. Hierher gehören:

Nordmarkit und Pulaskit, lichte, granitisch-körnige, seltener trachytoide Gesteine (Hedrumit) aus Alkalifeldspat (Perthit, Anorthoklas, bisweilen Albit), quarzfrei (Pulaskit, Abb. 28) oder quarzarm (Nordmarkit), mit spärlichen dunklen Gemengteilen: Diopsid, Ägirinaugit, selten wenig Ägirin, barkevikitischem oder arfvedsonitischem Amphibol, Riebeckit, Biotit; akzessorisch finden sich wenig Eisenerze und Zirkon, öfter Titanit und Apatit, gelegentlich Sodalith und Eläolith, beide häufig in Analcim umgewandelt.



Abb. 28. Pulaskit. Aasrum, Südnorwegen. Vergr. 16.

Vorkommen. In Südnorwegen mit Alkali- und Eläolithsyenit; im schwedischen Ragundamassiv; bei Kyschtym im Ural korundreich als Korundsyenit; in Nordwestschottland mit Eläolithsyenit; in der Serra de Monchique, Portugal. In den amerikanischen Alkaligesteinsprovinzen: bei Montreal (Korundsyenit); in Arkansas und Montana; am Cabo Frio und in São Paulo, Brasilien; in Madagaskar; auf Celebes und der Südinsel Neuseelands.

Umptekit. Mikroperthit und Natron-Eisenamphibole (Arfvedsonit und Riebeckit oder Barkevikit), nicht selten poikilitisch von Feldspat durchwachsen, bilden die Hauptgemengteile; dazu kommt wenig Quarz, bisweilen Pyroxen, spärlich Eläolith. — Als Randfazies des Eläolithsyenits vom Umptek auf Kola; in Upland, Schweden; im Ural mit Eläolithsyenit zu Miask; in Rumänien; in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Massachusetts, New Hampshire); in Brasilien (S. Paulo); in Madagaskar; auf Celebes.

Ägirinsyenit enthält neben Alkalifeldspat Ägirin oder Ägirinaugit und oft wenig Biotit oder Natronamphibol, nicht selten etwas Sodalith und Nephelin. — In Finnland mit Ijolith; in Nordamerika (Massachusetts, Montana); in Südgrönland, Brasilien (S. Paulo), Madagaskar.

Die chemische Zusammensetzung geht aus folgenden Analysen hervor:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	58,38	16,24	1,63	4,85	2,41	4,57	3,98	5,36	0,89	(100,08)
2.	52,64	14,96	4,44	5,63	3,92	7,82	3,82	3,98	1,17	(99,97)
3.	46,40	21,60	4,07	4,95	2,75	8,44	6,29	2,71	1,25	(100,29)
4.	58,88	20,30	3,63	2,58	0,79	3,03	5,73	4,50	1,01	(100,99)
5.	58,48	19,24	5,75	—	0,99	5,02	5,52	3,06	0,47	(99,49)
6.	56,45	20,08	1,31	4,39	0,63	2,14	5,61	7,13	1,51	(100,19)
7.	68,04	17,92	0,96	2,08	0,59	1,00	6,67	6,08	1,18	(101,37)
8.	63,71	18,30	2,08	2,52	0,09	1,18	6,39	6,21	0,17	(100,65)
9.	58,75	17,46	2,37	2,45	1,03	2,55	6,81	5,87	0,74	(100,03)
10.	63,09	18,50	2,90	1,36	0,16	1,00	7,25	5,23	0,62	(100,56)

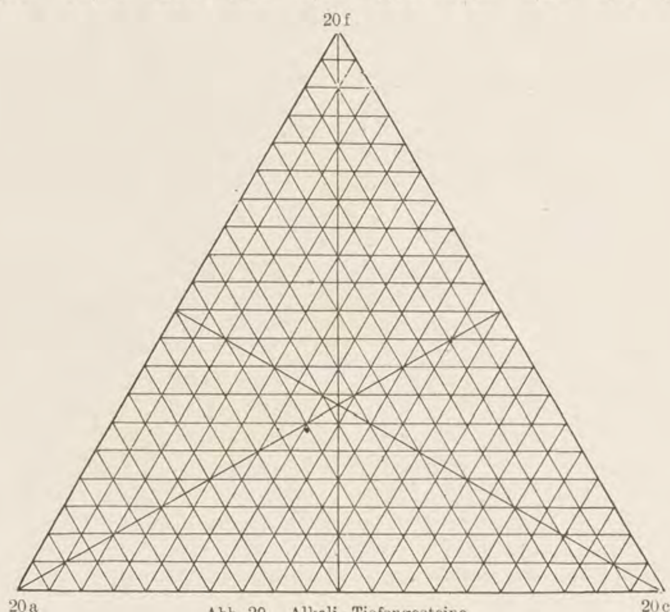


Abb. 29. Alkali-Tiefengesteine.

1. Quarzmonzonit. Predazzo, Südtirol (mit 1.01 TiO_2, 0.38 ZrO_2, 0.20 P_2O_5, 0.18 MnO).
2. Monzonit, normal. Predazzo (mit 1.10 TiO_2, 0.27 P_2O_5, 0.22 MnO).
3. Nephelinmonzonit. Bezavona-Massiv, NW-Madagaskar (mit 1.57 TiO_2, 0.26 P_2O_5).
4. Laurvikit. Byskoven bei Laurvik, Südnorwegen (mit 0.54 P_2O_5).
5. Åkerit. Ramnäs, Südnorwegen (mit 0.96 TiO_2).
6. Sodalithsyenit. Square Butte, Montana (mit 0.29 TiO_2, 0.13 P_2O_5, 0.09 MnO, 0.43 Cl).
7. Nordmarkit. Tonsenaas, Südnorwegen (mit 0.62 TiO_2, 0.23 MnO); spez. Gew. 2,646.
8. Pulaskit. Salem, Essex Co., Massachusetts (mit Sp. TiO_2).
9. Umptekit. Cabo Frio, Brasilien (mit 0.77 TiO_2, 0.30 P_2O_5, 0.65 Cl, 0.16 SO_3, 0.12 CO_2).
10. Ägirinsyenit. Salem, Essex Co., Mass. (mit 0.45 TiO, 0.16 P_2O_5, 0.37 MnO).

Bei einem Vergleich mit Alkalikalksyeniten tritt der Unterschied im Gehalte an CaO, MgO und Alkalien hervor. Im Dreieck (Abb. 29) liegen die Orte mehr nach der Seite a f hin.

3. ELÄOLITH- UND LEUCITSYENIT.

Die richtungslos-körnigen oder grob parallelstruierten, seltener porphyrartigen Gesteine enthalten Alkalifeldspat und Eläolith oder Leucit, wenig Pyroxen, Alkaliamphibol, dunklen Glimmer, häufig etwas Sodalith, akzessorisch Titanit, Apatit, Zirkon, Eisenerz, örtlich Cancrinit, Eudialyt oder Eukolit, weit verbreitet Flußspat und Titan- und Zirkonsilikate.

Der Alkalifeldspat ist Orthoklas, oft perthitisch, oder Mikroklin, seltener mit Gitterung (Ditró in Siebenbürgen; Kola), meist mit einfacher polysynthetischer oder gar keiner Zwillingsstreifung, gleichfalls oft perthitisch, übergehend in Anorthoklas (im norwegischen Laurdalit z. B. mit spitzrhombischen Querschnitten); oder Albit, bald in selbständigen Kristallen, weit vorwiegend (Litchfield) bis allein herrschend oder neben Orthoklas und Mikroklin zurücktretend, bald diese um- oder perthitisch durchwachsend. Die Umwandlung der Feldspate erfolgt gewöhnlich in muscovitische Aggregate, auch in Zeolithe. Eläolith, fettglänzend, rot (durch Eisenglanz), grün (von Ägirin) oder grau, ist automorph (Pocos de Caldas in Brasilien, Abb. 30) oder häufiger xenomorph, mitunter reich an verschiedenartigen Einschlüssen, in manchen feinkörnigen Randmodifikationen auch wasserhell und glasglänzend. Umwandlung in Zeolithe ist verbreitet. Leucit, immer automorph, ist in allen Vorkommen in ein Aggregat von Orthoklas und Nephelin umgewandelt. Von Pyroxenen finden sich hellgrüner bis fast farbloser Diopsid, der sich in Serpentin und Calcit umwandelt;



Abb. 30. Foyait. Pocos de Caldas. Kalifeldspat, Eläolith, Ägirin (z. T. büschelig). Vergr. 25.

Ägirin in schlanken, bisweilen büschelförmig gruppierten Säulchen: Ägirinaugit in gedrungenen Individuen, alle drei nicht selten in Parallelverwachsung (Diopsid innen); vereinzelt Akmit und violettbrauner Titanaugit (Südnorwegen; Südportugal). Der Amphibol ist meist Barkevikit oder Arfvedsonit, randlich zuweilen in ein Aggregat von Ägirin (Akmit), Lepidomelan und Eisenerz umgewandelt; selten finden sich andere Alkali-Eisenamphibole (Hastingsit, tiefblaugrün, oder der tiefbraune, trikline Änigmatit). Lepidomelan, dunkelgrün oder braun, meist mit sehr kleinem Axenwinkel, verwächst manchmal mit Amphibol oder Pyroxen. Sodalith, farblos, blau oder grün, ist bald automorph, bald als Füllmasse vorhanden; die Umwandlung erfolgt in Zeolithe, besonders Natrolith und Analcim. Cancrinit in farblosen, gelben, auch rosaroten oder bläulichen, schlanken Prismen, parallel- oder divergentstrahlig, manchmal in unregelmäßigen Blättchen, ist vielfach ein Umwandlungsprodukt aus Eläolith (und Sodalith), in manchen Fällen aber primär. Der bräunlichgelbe Titanit erhält seinen Habitus durch Vorwiegen von (011) und ist häufig verzwillingt. Von titan- und zirkonhaltigen Silikaten sind am häufigsten Laavenit, Astrophyllit, Rinkit, Rosenbuschit.

Die Ausscheidungsfolge ist in den Hauptzügen die auch sonst übliche: Akzessorien, farbige Gemengteile, farblose Mineralien. Ein Teil des Ägirins (und Arfvedsonits), besonders der büschelförmig an den Ecken und Kanten der Feldspate und des Eläoliths sitzende (s. Abb. 30), ist ein pneumatolytisches, in ehemaligen miarolitischen Hohlräumen abgesetztes Produkt.

Einteilung. Je nachdem mit Alkalifeldspat Eläolith oder Leucit verbunden ist, unterscheidet man Eläolithsyenit (Nephelinsyenit), die verbreitetste Art, und den seltenen Leucitsyenit.

Eläolithsyenit.

Infolge Zusammenauftretens mehrerer farbiger Gemengteile und verschiedenem Bestande an hellen Mineralien herrscht große Mannigfaltigkeit; als Gruppen wurden herausgehoben:

a) Laurdalit, dem Laurvikit unter den Alkalisyeniten entsprechend, tief perlgrau, nicht selten porphyrartig, mit langrhombenförmigen Querschnitten von Anorthoklas in ungefähr paralleler Anordnung, Eläolith, Sodalith, Lepidomelan, Diopsid, akzessorisch Apatit und Magnetit (oft kranzartig von Glimmer umgeben), gelegentlich Olivin. — Im Kristianiagebiet, verbunden mit Laurvikit.

b) Foyait, das Äquivalent der Reihe Nordmarkit-Ägirinsyenit, gelblich oder rötlichweiß, die häufigste Art. Nach dem herrschenden farbigen Gemengteil gibt es Glimmerfoyait, Amphibolfoyait, Pyroxenfoyait und Zwischenglieder.

Glimmerfoyait: Von Miask im Ural (Miascit) grobkörnig, mit weißem Orthoklas, grauem Eläolith, schwarzem, nahezu optisch einaxigem Glimmer, reich an Sodalith und Cancrinit; an den Grenzen z. T. flaserig. Im Tunkinsker Gebirgszuge graphithaltig; ebenso in der Präsidentschaft Madras, Indien. Von Ditró in Siebenbürgen (Ditroit) mit Orthoklas, gegittertem Mikroklin, wenig Plagioklas, stellenweise reich an Biotit, blauem Sodalith und rötlichem Cancrinit, selten mit Hornblende und Akmit; Druckerscheinungen sind häufig. In der brasilianischen Serra de Itatiaia. In Arkansas. Als lose Blöcke bei Litchfield (Maine) mit Kataklasstruktur, führt viel schneeweißen Albit, wenig weißen Kalifeldspat, grauen Eläolith, stellenweise reichlich gelben Cancrinit und blauen Sodalith, von dunklen Gemengteilen nur ölgrünen Lepidomelan.

Amphibolfoyait: In Brasilien (Serra de Tinguá) ziemlich grobkörnig, aus rotem Orthoklas, rötlichem Eläolith, Amphibol, winzigen Biotitschüppchen und wenig Sodalith bestehend; glimmerreiche Arten enthalten viel Augit. In der westlichen Sahara mit reichlichem Mikroklin, dazu Orthoklas, Mikroperthit, Eläolith, Arfvedsonit, vereinzelte Quarzkörnchen. Bei Montreal mittel- bis feinkörnig, oft trachytoid, neben Orthoklas und Oligoklas viel dunkelgrüne Hornblende mit bräunlichem Kern enthaltend, spärlich Ägirinaugit, xenomorphen Eläolith, Sodalith. In Arkansas und New Hampshire. In Madagaskar.

Pyroxenfoyait: Im Kristianiagebiete mächtige Gänge im Laurvikit und Laurdalit, mit Mikroperthit, Anorthoklas, oft reichlichem Eläolith und Sodalith, Ägirin und Lepidomelan; die Salbänder sind gewöhnlich trachytisch struiert; um Einschlüsse von Augitporphyrit wird das Gestein reich an Ägirin und Ägirinaugit und schieferig (Ägirinschiefer). Auf Alnö schmutzigrot, bestehend aus Orthoklas, Eläolith, Ägirin, Melanit, durch größere Feldspate porphyrartig. Bei Fünfkirchen in Ungarn phonolithähnlich. Bei Pouzac in den Pyrenäen mit Orthoklas, Anorthoklas, wenig Oligoklas, Eläolith, Sodalith, Augit, Biotit und Arfvedsonit, der örtlich vorwaltet; das Gestein hat bostonitische Randfazies. Am Berge Foya in der Serra de Monchique. Im mittleren Transvaal mit einsprenglingsartigem Orthoklas, ziemlich automorphem Eläolith, Sodalith, Ägirinaugit, Ägirin, wenig Amphibol und Biotit, apatitreich; auf Madagaskar (Bezavona-Massiv); in Britisch Ostafrika; auf den Los-Inseln ($9^1/_2{}^0$ n. Br. an der afrikanischen Westküste); auf der Kapverdeninsel S. Vicente. In Brasilien und Arkansas Biotit-Pyroxenfoyait; in Westtexas Arfvedsonit-Pyroxenfoyait.

An die Foyaite schließen sich die weißlichen kalifeldspatfreien Albitfoyaite Im Mariupoler Kreise in Südrußland mit Albit, Eläolith, wenig Ägirin und Biotit, reichlich Zirkon (Mariupolit); am Ontariosee mit Biotit, eisenreichem Natronamphibol (Hastingsit) und akzessorischem Melanit.

c) Eine weitere Gruppe von Eläolithsyeniten ist durch grüne Gesamtfarbe und einen Gehalt an Eudialyt (oder Eukolit) gekennzeichnet. Hierher gehört der Lujaurit, granitisch-körnig, häufig auch trachytoid, selbst gneißähnlich bis dünnschieferig; das Gestein besteht aus Albit, gewöhnlich perthitischem Mikroklin, farblosem Eläolith, dazu Ägirin und Ägirinaugit (Lujaur Urt auf Kola) oder vorwiegendem Arfvedsonit (Grönland), Sodalith und bisweilen recht viel Eudialyt. Schieferige, feinkörnige Randmodifikationen und Schlieren sind z. T. sehr reich an Ägirin, teils an Arfvedsonit. Im Katapleitsyenit von Norra Kärr, östlich vom Wettersee in Schweden, wird Eudialyt teilweise oder vollständig durch weißen Katapleit (wesentlich ein wasserhaltiges Natrium-Zirkonosilikat) ersetzt. — Eudialytfrei ist

der grüne Cancrinitsyenit (Särnait) von Särna in Dalarne, in welchem Eläolith großenteils durch Cancrinit vertreten ist; dazu kommt Mikroperthit, Albit, Ägirin und Ägirinaugit. Außer grünlichweißen, körnigen gibt es auch grüne, porphyrische, äußerlich phonolithähnliche Gesteine.

Den Übergang zu feldspatfreien Grenzgliedern der Eläolithsyenite bildet der feldspatarme Sodalithsyenit, lichtgrünlich, aus spärlichem Mikroperthit, Eläolith, Ägirin, Arfvedsonit, Eudialyt und sehr reichlichem, automorphem Sodalith bestehend, der örtlich (violett) das Gestein fast allein zusammensetzt (Grönland); er führt zuweilen Analcim in Leucitformen. Die ägirin- und arfvedsonitreiche Randzone ist sodalithfrei. Wesentlich aus Sodalith und Pyroxen besteht der Tawit vom Lujaur Urt auf Kola; aus 86 % Nephelin, 12 % Ägirin und 2 % Apatit der Urtit ebendaher; aus 72 % Nephelin, 15 % Amphibol, 5 % Cancrinit mit wenig Sodalith, Albit und Titanit der Monmouthit aus Ontario, Kanada. Dunkle, pyroxen- oder eisenerzreiche Spaltungsprodukte liegen im Jacupirangit vom Jacupiranga in S. Paulo, Brasilien, vor, mit vorwiegendem Titanaugit neben Magnetit, Titaneisen, Biotit, Perowskit, Eläolith und Apatit; andere bestehen aus Apatit und titanhaltigem Magnetit, noch andere aus letzterem fast allein. Ähnliche Gesteine sind aus Alnö und Madagaskar bekannt.

Leucitsyenit.

Leucitsyenite sind graue bis grünlichgraue, unfrisch rötliche bis bräunliche Gesteine von feinem oder gröberem Korn, die aus Eläolith, Orthoklas, Sodalith, von Ägirin umwachsenem Diopsid, akzessorischem Eisenerz, Biotit und etwas Melanit bestehen und in Orthoklas und Nephelin oder Analcim umgewandelte größere Leucite einsprenglingsartig enthalten. Man kennt sie aus S. Paulo (Brasilien), von Magnet Cove (Arkansas), melanitreich als Borolanit vom See Borolan in Schottland.

Die chemische Zusammensetzung ist aus folgenden Analysen ersichtlich:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	54,55	19,07	2,41	3,12	1,98	3,15	7,67	4,84	0,72	(99,82)
2.	53,58	25,26	0,64	1,20	0,08	1,20	10,49	5,28	0,04	(99,33)
3.	58,30	21,38	1,05	2,04	0,22	0,95	8,66	6,06	0,45	(99,70)
4.	53,71	21,82	0,78	2,74	0,56	1,90	8,52	7,07	2,27	(100,59)
5.	53,50	16,44	8,72	1,48	1,05	1,50	9,98	4,58	1,76	(100,34)
6.	49,46	23,53	3,04	1,02	0,03	0,80	14,71	4,34	1,38	(101,27)
7.	45,28	27,37	3,53	0,49	0,33	1,22	17,29	3,51	0,40	(99,61)
8.	50,96	19,67	7,76	—	0,36	4,38	7,67	6,77	1,38	(100,01)

1. Laurdalit. Lougental, Südnorwegen (mit 1,40 TiO_2, 0,74 P_2O_5, 0,17 MnO).
2. Glimmerfoyait. Ditró, Siebenbürgen (mit 0,27 TiO_2, 0,50 Cl, 0,79 CO_2).
3. Amphibolfoyait. Moltenborough, New Hampshire (mit 0,10 TiO_2, 0,02 ZrO_2, 0,04 P_2O_5, 0,35 Cl, 0,08 SO_3).
4. Pyroxenfoyait. Serra de Monchique, Portugal mit 1,03 TiO_2, 0,19 MnO).

5. Lujaurit. Lujaur Urt, Kola (mit 0,86 TiO_2, 0,47 MnO).
6. Sodalithsyenit. Kangerdluarsuk, Grönland (mit 2,25 Cl, 0.17 MnO).
7. Urtit. Lujaur Urt. Kola (mit 0,19 MnO).
8. Leucitsyenit. Magnet Cove, Arkansas (mit 0,52 TiO_2, 0,54 NaCl).

Wie nach ihrer Mineralzusammensetzung schließen sich die Eläolithsyenite auch nach ihrem chemischen Bestande an die Alkalisyenite an; die Unterschiede liegen in der geringeren Menge SiO_2 und dem größeren Betrage von Al_2O_3 und Alkalien ($Na_2O > KO_2$).

Bei der Berechnung der Osannschen Zahlen zeigt sich, daß auch hier, wie bei den Alkalisyeniten, Al_2O_3 bald größer, bald kleiner ist als die Summe der Alkalien (Molekularwerte!).

Bei dem Eintragen in das Osannsche Dreieck Abb. 29 auf S. 86 fallen die Eläolithsyenite wie die Alkalisyenite nahe an die Seite af oder auf sie selbst, liegen aber wegen des höheren a mehr nach der a-Spitze hin.

Denselben Bestand an wesentlichen Mineralien wie der Eläolith- und Leucitsyenit, aber in anderem Mengenverhältnisse, so daß die dunklen Gemengteile, besonders Augit, stark vorherrschen, haben die Shonkinite. Es sind dunkle Gesteine aus Orthoklas oder Sanidin oder Anorthoklas (selten wenig Albit), Nephelin, oft Sodalith, örtlich Leucit, reichlich Diopsid, selten Ägirinaugit als Rinde um Diopsid oder selbständig, dazu Barkevikit, Biotit, Magnetit, reichlich Apatit, oft Olivin. Man unterscheidet gewöhnlichen (oder Nephelin-) Shonkinit und Leucitshonkinit. Die Gesteine sind mit Sodalithsyenit und Monzonit bekannt aus Montana (Highwood Mts.), aus Kanada, von Celebes. Das Gestein vom Katzenbuckel im Odenwalde ist wohl eher die doleritische Form phonolithoiden Nephelinbasaltes als ein Tiefengestein. — Malignit (vom Maligne-Fluß in Ontario) enthält statt des Diopsides Ägirinaugit und Biotit neben Orthoklas und Nephelin, akzessorisch Titanit, reichlich Apatit, örtlich Melanit, so daß dunkle und helle Gemengteile je etwa die Hälfte des Gesteins bilden. Das ist der Pyroxen-Malignit. Eine monzonitische Abart, der Amphibol-Malignit, führt arfvedsonitartigen Amphibol und perthitischen Feldspat.

Die chemische Zusammensetzung zeigt in dem gleichzeitig hohen Gehalt an CaO und Alkalien bei geringer SiO_2-Menge theralithisch-essexitischen Charakter; doch ist bei Shonkinit $K_2O > Na_2O$, bei Malignit meist Al_2O_3 molekular kleiner als die Summe der Alkalien.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	47,88	12.10	3,53	4,80	8,64	9,35	2.94	5,61	1,52	(99,30)
2.	49,59	14,51	3,51	5,53	6,17	9,04	3,52	5,60	1,95	(100,78)
3.	51,88	14,13	6,45	0,94	3,44	10,81	6,72	4,57	0,18	(100,41)

1. Shonkinit. Shonkin Sag, Highwood Mts., Montana (mit 0,77 TiO_2, 1,11 P_2O_5, 0,03 ZrO_2, 0,04 V_2O_3, 0,04 Cr_2O_3, 0,15 MnO, 0,46 BaO, 0,13 SrO, 0,05 F, 0,12 CO_2, 0,03 S).
2. Leucitshonkinit. East Peak, Highwood Mts., Montana (mit 0,36 TiO_2, 0,15 P_2O_5, 0,49 BaO, 0,21 SrO, 0,13 Cl, 0,02 SO_3).
3. Pyroxen-Malignit, melanitführend. Poobah Lake, Ontario, Kanada (mit 0,33 TiO_2, 0,96 P_2O_5).

Von Theralith und Nephelinmonzonit unterscheidet sich Shonkinit durch das Fehlen von Plagioklas.

4. ESSEXIT.

Die dunklen, körnigen Gesteine bestehen wesentlich aus Natron-Kalkfeldspat, Kalifeldspat, monoklinem Pyroxen und führen bisweilen etwas Nephelin, Sodalith oder Haüyn, Biotit, Barkevikit, oft Olivin, akzessorisch Apatit, Eisenerze, selten Titanit.

Der Plagioklas ist meist Labradorit, geht aber von Andesin bis Anorthit. Kalifeldspat bildet Rinden um Plagioklas oder wie auch Nephelin und Sodalith eine Füllmasse. Von Pyroxenen kommt Diopsid, Titanaugit und Ägirinaugit vor, manchmal zwei oder drei Arten in demselben Gestein, oft mit Einschlüssen von Biotit. Auch Barkevikit durchwächst oder umrindet gern die Pyroxene. Olivin ist gewöhnlich in Serpentin umgewandelt. Sekundär finden sich Analcim, Cancrinit, Calcit, selten Epidot. — Die hypidiomorph-körnige Struktur ist die bei Gabbro übliche (Abb. 31). Außer richtungslos-körnigen gibt es parallestruierte und durch Plagioklas porphyrartige Gesteine.



Abb. 31. Essexit. Rongstock, Böhmen. Plagioklas, Augit, Biotit, Apatit. — Vergr. 20.

Die chemische Zusammensetzung zeigt (wie bei Theralith) einen SiO_2-Gehalt von ca. 50 %, CaO nicht selten in den Gewichtsprozenten kleiner als die Summe der Alkalien, MgO in normalen Gesteinen nicht über 5,5 %, meist unter 4 %.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	50,50	17,64	5,41	4,02	3,33	7,91	5,52	3,02	0,45	(100,63)
2.	48,69	17,91	3,09	6,41	3,06	7,30	5,95	2,56	0,95	(100,02)
3.	51,80	17,90	3,10	4,36	3,72	6,59	4,74	3,65	2,87	(100,14)

1. Essexit. Rongstock, böhmisches Mittelgebirge (mit 1,91 TiO_2, 0,92 P_2O_5).
2. „ olivinführend. Montreal, Kanada (mit 2,71 TiO_2, 1,11 P_2O_5, 0,15 MnO, 0,05 CoO+NiO, 0,08 BaO).
3. Essexit, amphibolreich. Bezavona-Massiv, Madagaskar (mit 1,41 TiO_2).

Vorkommen: Im Kaiserstuhl; im böhmischen Mittelgebirge (Rongstock u. a. O.) stockförmig mit Kontaktzone in turonen Kreidemergeln; bei Predazzo; im

schwedischen Ragundamassiv („Diabas"); in Südnorwegen („Gabbrodiabas"); in Kanada (Quebeck), den Vereinigten Staaten (Arkansas, Massachusetts, New Hampshire u. a.), Brasilien (S. Paulo und Rio de Janeiro); auf Palma (Kanaren) und der Kapverdeninsel S. Vicente („Augitdiorit"), in Madagaskar, Neusüdwales, Tasmanien, auf Tahiti.

5. THERALITH.

Richtungslos-körnige, dunkelgraue oder fast schwarze Tiefengesteine, die wesentlich aus Labradorit, Nephelin und basaltischem oder Titanaugit bestehen. Dazu kommt oft Ägirin oder Ägirinaugit selbständig oder als Mantel um Augit, ferner Barkevikit und Biotit (meist mit deutlich schiefer Auslöschung), gern Olivin und Haüyn (oder Sodalith), bisweilen etwas Sanidin, akzessorisch Apatit und Magnetit, selten Titanit. Als Umwandlungsprodukt von Nephelin und Sodalith ist Analcim nicht selten.

Die chemische Zusammensetzung ist in den Hauptzügen die der Essexite; doch erreicht MgO einen höheren Betrag (über 5,5), und CaO ist immer größer als die Summe der Alkalien.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	43,17	15,24	7,61	2,67	5,81	10,63	5,68	4,07	3,57	(99,39)
2.	44,42	13,33	9,14	6,35	5,74	10,60	5,60	1,81	1,75	(100,90)
3.	46,53	14,31	3,61	8,15	6,56	12,13	4,95	1,58	0,20	(101,23)

1. Theralith. Martinsdale, Crazy Mts., Montana (mit 0,94 SO_3).
2. „ Flurhübel bei Duppau, Böhmen (mit 1,63 TiO_2, 0,35 P_2O_5, 0,18 S).
3. Theralith. Umptek, Kola (mit 2,99 TiO_2, 0,22 MnO).

Vorkommen: Theralith ist bekannt aus dem Duppauer Gebirge in Böhmen, der Serra de Monchique in Südportugal, vom Umptek in Kola, von Montreal in Kanada, aus Montana (Crazy Mts.) und Madagaskar.

Die Unterscheidung von Essexit gelingt durch folgende Merkmale: Fehlen wesentlichen Sanidins, Vorhandensein wesentlichen Nephelins, MgO größer als 5,5, CaO molekular nie kleiner als Alkalien, das Osannsche a höchstens 1,5, SiO_2 im allgemeinen niedriger.

6. IJOLITH UND BEKINKINIT.

Richtungslos-körnige Gesteine, die wesentlich aus Pyroxen und Nephelin bestehen (Ijolith, Abb. 32) oder noch Olivin enthalten (Bekinkinit), akzessorisch reichlich Apatit, spärlich Eisenerz, im Ijolith örtlich titanreichen Melanit (Iiwaarit) und etwas Titanit führen. Anorthoklas und Barkevikit fehlen normalen Gesteinen.

Der Pyroxen trägt im Ijolith gewöhnlich einen Rand von Ägirinaugit um einen hellgelben Kern und häuft sich bisweilen zu Nestern; im Bekinkinit herrscht Titanaugit. Der xenomorphe Nephelin ent-

hält viele Flüssigkeitseinschlüsse. Die Körner des Iiwaarit sind im Schliffe braun durchsichtig. Cancrinit und Calcit füllen manchmal miarolitische Hohlräume.

In der chemischen Zusammensetzung kommt der Olivingehalt des Bekinkinits durch höheren FeO- und MgO-Gehalt zum Ausdruck.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	42,79	19,89	4,39	2,33	1,87	11,76	9,31	1,67	0,99	(98,81)
2.	43,60	13,60	3,95	6,95	10,20	12,10	3,74	0,69	2,75	(100,45)

1. Ijolith. Iiwaara, Finnland (mit 1,70 TiO_2, 1.70 P_2O_5, 0,41 MnO).
2. Bekinkinit. Bekinkina, Bezavona-Massiv, Madagaskar (mit 2,44 TiO_2, 0,43 P_2O_5).



Abb. 32. Ijolith. Iiwaara.
Nephelin, Ägirinaugit, Apatit. — Vergr. 30.

Ähnlichen Mineralbestand und chemische Zusammensetzung zeigen Nephelindolerite (Löbauer Berg) und manche körnige Ausscheidungen in Nephelinbasalt (Roßberg bei Darmstadt; Oberwiesenthal im Erzgebirge).

Verbreitung: Ijolith am Berge Iiwaara im nördlichen Finnland als Massiv, örtlich mit Parallelstruktur infolge gleichgerichteter Pyroxentafeln. Auf Kola (Lujaur Urt und Umptek) in mächtigen Lagergängen, z. T. mit Ägirinaugit und wenig Biotit, geht durch Aufnahme von Alkalifeldspat in Eläolithsyenit (Lujaurit) über. Auf Alnö. Am Kilimandscharo. Bekinkinit in Madagaskar.

7. FERGUSIT UND MISSOURIT.

Richtungslos-körnige Gesteine, wesentlich aus Pyroxen und Leucit (Fergusit) oder noch Olivin bestehend (Missourit), mit akzessorischem Biotit, Haüyn (Sodalith), Eisenerz und Apatit; Zeolithe (besonders Analcim) sind aus Leucit und Haüyn hervorgegangen. Im Missourit macht der xenomorphe, licht bräunlichgrüne Augit etwa 50 %, der Olivin 15 %, der hier frische Leucit (in körnigen Aggregaten) 16 % des Gesteins aus. Im Fergusit ist der Leucit in

Orthoklas und Nephelin zerfallen, der Pyroxen Diopsid, Olivin sehr spärlich (vgl. die Werte für FeO und MgO).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	51,75	14,52	5,08	3,58	4,55	7,04	2,93	7,61	2,25	(100,14)
2.	46,06	10,01	3,17	5,61	14,74	10,55	1,31	5,14	1,44	(99,57)

1. Fergusit. Highwood Mts., Montana (mit 0,23 TiO_2, 0,18 P_2O_5, 0,30 BaO, 0,07 SrO, 0,05 Cl).
2. Missouri. Highwood Mts., Montana (mit 0,73 TiO_2, 0,21 P_2O_5, 0,32 BaO, 0,20 SrO, 0,03 Cl, 0,05 SO_3).

Vorkommen: Fergusit und Missourit sind nur als Stöcke in der Kreide der Highwood Mts., Montana, bekannt.

8. ALKALIPERIDOTIT UND -PYROXENIT.

Aus Essexit, Theralith, Monzonit und Shonkinit, weniger aus Eläolithsyenit entwickeln sich durch starkes Zurücktreten oder gänzliches Ausfallen der Feldspate und Feldspatvertreter pyroxenitische und seltener peridotitische Grenzformen, die meist Randfazies oder Schlieren, manchmal auch Gänge bilden.

Ein Peridotit mit Olivin, Diallag und titanhaltigem Magnetit ist aus südrussischem Mariupolit bekannt, magnetitreiche wehrlitartige Olivingesteine aus Monzonit von Predazzo, apatitreicher Olivinfels aus Eläolithsyenit von Alnö, eine peridotitische Randfazies mit Olivin, Titanaugit, Biotit, viel Magnetit und etwas Apatit, Titanit und Nephelin am Theralith von Duppau.

Pyroxenit mit monoklinem und rhombischem Pyroxen und etwas Feldspat kennt man aus dem Shonkinit des Ottawatales in Kanada, andere Pyroxenite in Verbindung mit Essexit von Gran in Südnorwegen, mit Monzonit von Predazzo, eine pyroxenitische Randfazies mit Augit, reichlichem Amphibol, etwas Biotit, Magnetit, Plagioklas und Nephelin am Theralith von Duppau.

Apatitreiche Massen von titanhaltigem Magnetit im Eläolithsyenit von Alnö und Anhäufungen von titanhaltigem Magnetit in Essexit von Quebeck und Ontario bilden Analoga zu den S. 29 erwähnten eruptiven Erzgesteinen.

Die chemische Zusammensetzung zeigt deutlich Pyroxenit- bzw. Peridotitcharakter:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	41,30	5,19	14,39	9,07	10,16	14,73	0.54	1,33	0,84	(99,94)
2.	28,65	2,30	21,61	15,93	20.67	3,45	0,63	0,29	3,45	(99,98)

1. Alkalipyroxenit. Malgola bei Predazzo (mit 2,01 TiO_2, 0,20 MnO, 0,18 CO_2).
2. Alkaliperidotit. Riccoletta bei Predazzo (mit 2,55 TiO_2, 0,45 MnO).

GANGGEFOLGE.

Wie die Tiefengesteine der Alkali-Kalkmagmen sind auch die der Alkalireihe von einem ihnen eigentümlichen Ganggefolge von Spaltungsprodukten begleitet, welches wie dort 1. granitoporphyrische, 2. aplitische und pegmatitische, 3. lamprophyrische Gesteine umfaßt

Sie unterscheiden sich von den entsprechenden Alkali-Kalkgesteinen ebenso in Mineralbestand und chemischer Zusammensetzung wie die Tiefengesteine.

1. Granitoporphyrische Gesteine.

Fast zu jeder Tiefengesteinsfamilie sind granitoporphyrische Gänge bekannt; es gibt

a) Alkaligranitporphyr, hell, mit dem Mineralbestande der Alkaligranite und granitporphyrischer Struktur, wobei die Einsprenglinge meist Feldspate (Orthoklas, Mikroperthit, Anorthoklas, Albit) und Quarz, seltener auch Alkalipyroxene oder -amphibole sind. Die Grundmasse enthält in der Regel nur Feldspat und Quarz, vereinzelt auch wenig Biotit oder Ägirin.

Man kennt sie aus dem Ragunda-Massiv in Schweden (mit Biotit), aus Montana mit Ägirin, vom Rockall-Felsen westlich von Irland mit 39 % Akmit und Ägirin, 38 % Quarz, 23 % Albit als Rockallit, aus Südnorwegen mit Ägirin und Arfvedsonit, aus dem Tschadseegebiete mit Alkaliamphibolen.

b) Alkalisyenitporphyr, grau oder bräunlich, mit Einsprenglingen von Alkalifeldspat, arm an farbigen Gemengteilen, mit trachytoider oder mikrogranitischer Grundmasse. Hier wiederholen sich die Mineralkombinationen der Alkalisyenite:

Monzonitporphyr vom Monzoni und von Predazzo z. T. mit etwas Nephelin, von Madagaskar mit wenig Nephelin und Sodalith; Rhombenporphyr (Laurvikitporphyr) mit rhombenförmigen Alkalifeldspaten als Einsprenglinge, von Südnorwegen; Åkeritporphyr aus dem Kristianiagebiet und aus New Hampshire; Nordmarkitporphyr aus Südnorwegen und dem böhmischen Mittelgebirge; die etwas quarzreicheren Quarz-Alkalisyenitporphyre (Adirondacks im Staate N. York, Montana, Ragunda) vermitteln den Übergang zu Alkaligranitporphyr; Pulaskitporphyr aus Montana und Südportugal; Umptekitporphyr aus Brasilien und Massachusetts; Ägirinsyenitporphyr von Ragunda, Montana, Grönland.

c) Eläolithporphyre, grau, unfrisch braun bis rot; sie führen als Einsprenglinge neben Alkalifeldspat meist Nephelin, in der Grundmasse dieselben Gemengteile und Alkalipyroxene und Diopsid.

Frei von Nephelineinsprenglingen ist der dem Laurdalit entsprechende Nephelinrhombenporphyr von Laurvik; in ölgrüne Muscovitaggregate umgesetzt sind die Nephelineinsprenglinge des roten Liebeneritporphyrs von Predazzo und Grönland; frische, graue Gesteine sind aus Südportugal und Brasilien bekannt, melanitreiche aus Arkansas, Lujauritporphyr von Kola.

Leucitporphyr mit Orthoklas-Nephelinaggregaten an Stelle der ehemaligen Leuciteinsprenglinge begleiten die Leucitsyenite von S. Paulo in Brasilien und von Arkansas, hier auch melanitführend als Borolanitporphyr.

Shonkinitporphyr mit Einsprenglingen von Ortkoklas und kleinen Individuen von Diopsid und Biotit wurde in Arkansas gefunden.

d) Ijolithporphyr enthält Einsprenglinge von Nephelin und Diopsid in einer Grundmasse aus Nephelin und Ägirinaugit (Finnland) oder Titanaugit (Alnö).

Die chemische Zusammensetzung zeigt die Verhältnisse der entsprechenden Tiefengesteine:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	73,69	12,46	1,21	1,75	0,17	0,36	4,47	4,92	0,24	(99,95)
2.	64,45	16,31	6,49	—	0,30	1,10	5,00	5,45	0,82	(99,92)
3.	56,25	20,50	1,85	4,23	2,54	3,62	5,91	4,80	0,83	(101,16)
4.	53,19	22,57	1,98	1,72	0,49	2,55	8,86	6,60	1,47	(99,91)
5.	51,94	15,78	4,07	3,17	3,48	6,04	3,44	7,69	2,17	(99,83)
6.	45,48	18,75	3,99	1,57	1,50	7,22	10,69	3,80	2,00	(100,44)

1. Alkaligranitporphyr. Mt. Ascutney, Vermont (mit 0,28 TiO_2, 0,14 ZrO_2, 0,04 P_2O_5, 0,15 MnO, 0,05 F, 0,02 Cl).
2. Alkalisyenitporphyr. Canzocoli bei Predazzo.
3. Monzonitporphyr. Madagaskar (mit 0,63 TiO_2).
4. Eläolithporphyr. Val Coccoletti bei Predazzo (mit 0,37 Cl, 0,11 CO_2).
5. Shonkinitporphyr. Highwood Mts., Montana (mit 0,39 TiO_2, 0,59 P_2O_5, 0,42 BaO, 0,28 SrO, 0,29 SO_3, 0,08 Cl).
6. Ijolithporphyr. Finnland (mit 1,18 TiO_2, 0,46 P_2O_5, 0,15 MnO, 0,13 BaO, 0,24 SO_3, 0,14 Cl, 2,77 CO_2).

2. Alkaliaplite und -pegmatite.

Alkaliaplite sind panidiomorph-körnige oder vollkristallin-porphyrische Gesteine aus vorherrschendem Alkalifeldspat; nur Monzonit- und Essexitaplite enthalten auch Natronkalkfeldspat. Dunkle Gemengteile fehlen bisweilen ganz (Bostonite), sind meist spärlich vorhanden und erlangen nur in Apliten von tinguáitischem Habitus (Grorudit, Sölvsbergit, Tinguáit) größere Bedeutung. Es sind besonders Alkalipyroxene, Diopsid und siebartig durchbrochene Alkaliamphibole, selten Biotit. Die Gesteine sind quarzführend oder quarzfrei. Man unterscheidet

a) Alkaligranitaplit, weiß oder grau oder grün, mit Orthoklas oder gegittertem Mikroklin, beide oft perthitisch, oder Albit oder Natronorthoklas, dazu Quarz und Alkaliamphibol oder -pyroxen, vereinzelt Biotit.

Die seltene Art mit Biotit (und etwas Alkaliamphibol) ist von Essex Co., Massachusetts, bekannt. Ein Riebeckitaplit ist der Paisanit (Abb. 33) mit wenigen kleinen Einsprenglingen von glasigem Natronorthoklas und Quarz in dichter bis feinkörniger, hellgrünlichgrauer Grundmasse aus Natronorthoklas, Quarz und einem vielfach durchbrochenen Amphibol der Arfvedsonit-Riebeckitreihe. Paisano-Paß in Westtexas (Gänge in Eläolithsyenit); in New Hampshire; Ailsa Craig (Schott-

land). Albit statt Kalifeldspat führt der Dahamit von Dahamis (Sokotra) als rote, säulige oder dünntafelige Einsprenglinge in vollkristalliner, schokoladebrauner Grundmasse aus Albitleisten, Riebeckitsäulchen und Quarzkörnchen; akzessorisch finden sich spärlich Titanit und Apatit. Durch reichlichen Gehalt an Ägirinnädelchen ist der Grorudit (Quarztinguáit) gekennzeichnet, der in grünlicher Grundmasse aus rechteckigen Schnitten von Natronorthoklas, xenomorphem Quarz und Ägirinsäulchen kleine Einsprenglinge von Mikroklin (z. T. ohne Gitterung, auch perthitisch) und Ägirin führt (Abb. 34); im Kristianiagebiet.

b) Alkalisyenitaplit mit dem Mineralbestande der Alkalisyenite; hierher gehören

Nordmarkitaplit (Südnorwegen) und der quarzreichere, Ägirin und Arfvedsonit führende Lestiwarit (am Lestiware auf Kola; New Hampshire; Brasilien, Predazzo); der Sölvsbergit mit tafeligem Alkalifeldspat (Mikroklin, Albit, Anorthoklas), etwas Quarz oder quarzfrei und dann mit wenig Nephelin, meist mit Ägirin (Südnorwegen), bisweilen begleitet von Biotit und Natronamphibol, die selten vorherrschen, wie im tasmanischen Glimmersölvsbergit und im grönländischen Arfvedsonitsölvsbergit; Pulaskitaplit (Südnorwegen); Monzonitaplit und Quarzmonzonitaplit mit Einsprenglingen von Labradorit und Diopsid in einer Grundmasse aus Feldspat, Quarz und grüner Hornblende (Monzoni und Predazzo). Bostonit enthält bei meist trachytischer Struktur vorwiegend ungegitterten Mikroklin und Anorthoklas, keine oder fast keine dunklen Gemengteile, mitunter etwas Quarz (Quarzbostonit) oder Sodalith (Sodalithbostonit); mit wenigen und kleinen Einsprenglingen von Alkalifeldspat heißen die Gesteine Bostonitporphyre, etwas reicher an dunklen Gemengteilen, mit Plagioklas neben Augit und Hornblende unter den Einsprenglingen und etwas Glas in der Grundmasse Gauteit, sodalithhaltig Sodalithgauteit. Bostonite finden sich in Südnorwegen, in Südportugal, bei Boston in Massachusetts, in New Hampshire und Montana, in Kanada, Brasilien, Madagaskar; Gauteit im böhmischen Mittelgebirge (u. a. bei der Häusergruppe Gaute), bei Predazzo, in Montana.



Abb. 33. Paisanit. Ailsa Craig, Schottland. Natronorthoklas, Quarz, Riebeckit (dunkel). Vergr. 20.

c) Die Aplite der Eläolithsyenite sind bald grauweiße Gesteine, wie der Foyaitaplit, der in einer Grundmasse aus Orthoklas, Albit, Nephelin und meist Sodalith wenige Einsprenglinge von Nephelin und Biotit führt (Brasilien, Südportugal; sodalithfrei in Madakasgar), bald durch Ägirin grün gefärbt, wie der Tinguáit.

Das panidiomorph-körnige Gemenge von Alkalifeldspat (perthitischem Sanidin, ungegittertem Mikroklin, Anorthoklas), Nephelin und reichlichen Ägirinnädelchen ist bald einsprenglingsfrei, bald durch Alkalifeldspat porphyrisch (Tinguáitporphyr); selten tritt an Stelle des Ägirins Biotit (Glimmertinguáit) oder Alkaliamphibol (Arfvedsonittinguáit).

Verbreitet in der Serra de Tinguá in Brasilien, in Nordamerika (Arkansas, Massachusetts, Montana, Texas), Südportugal, Südtirol, zu Ditró in Siebenbürgen, im böhmischen Mittelgebirge, in Südnorwegen, Madagaskar.

Leucittinguáit enthält Leucit in der Grundmasse, Leucittinguáitporphyr außerdem Leucitpseudomorphosen als Einsprenglinge. Ägirin oder Ägirinaugit, gewöhnlich auch etwas Biotit, sind die verbreitetsten dunklen Gemengteile (Brasilien, Arkansas, Montana, Südportugal, Kola); Arfvedsonit führen eudialytreiche schmale Gänge Grönlands.



Abb. 34. Grorudit. Grusletten, Südnorwegen. Ägirinnadeln, Alkalifeldspat, Quarz. Vergr. 25.

d) Essexitaplit ist selten gefunden worden: als feinkörniges Gemenge von Orthoklas, Oligoklas und wenigem, zersetztem Pyroxen als Adern im Essexit von Rongstock im böhmischen Mittelgebirge; mit Albit statt Orthoklas und etwas Nephelin im Essexit von Cabo Frio (Rio de Janeiro).

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind die Alkaliaplite ärmer an Oxyden der zweiwertigen Metalle (besonders MgO und CaO) und durchschnittlich saurer und alkalireicher als die entsprechenden Tiefengesteine.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	76,49	11,89	1,16	1,56	Sp.	0,14	4,03	5,00	0,38	(100,65)
2.	74,35	8,73	5,84	1,00	0,07	0,45	4,51	3,96	0,25	(90,38)
3.	66,50	16,25	2,04	0,19	0,18	0,85	7,52	5,53	0,50	(100,46)
4.	66,56	15,26	1,97	1,64	1,15	2,09	3,72	6,38	0,57	(99,95)
5.	70,23	15,00	1,99	—	0,38	0,33	4,98	4,99	1,28	(99,51)
6.	54,92	20,81	1,28	1,36	0,37	0,95	8,95	7,26	1,34	(99,65)
7.	53,10	19,07	5,57	—	0,17	1,33	9,41	6,84	3,98	(99,57)
8.	52,91	19,49	4,78	2,05	0,29	2,47	7,13	7,88	1,19	(100,25)

1. Paisanit. Essex Co., Massachusetts.
2. Grorudit. Varingkollen, Südnorwegen (mit 0,22 MnO).
3. Nordmarkitaplit. Lougental, Südnorwegen (mit 0,70 TiO_2, 0,20 MnO).
4. Monzonitaplit. Predazzo, Südtirol (mit 0,46 TiO_2, 0,15 P_2O_5).
5. Quarzbostonit. Boston, Massachusetts (mit 0,03 TiO_2, 0,06 P_2O_5).
6. Foyaitaplit. Cabo Frio, Brasilien (mit 0,43 TiO_2, 1,28 Cl, 0,58 SO_3, 0,12 CO_2).
7. Tinguáit. Rio de Janeiro (mit 0,10 CO_2).
8. Leucittinguáitporphyr. Magnet Cove, Arkansas (mit 0,44 MnO, 0,53 Cl, 0,52 SO_3, 0,09 SrO, 0,48 seltenen Erden).

Der Unterschied zwischen Alkaliapliten und denen der Alkali-Kalkreihe wird augenfällig, wenn man die Analysenorte in ein Dreieck einträgt.

e) Pegmatite der Alkaligesteine sind nicht häufig beobachtet worden. Alkaligranitpegmatit ist von Eker (Südnorwegen) mit Akmit, von Madagaskar mit Riebeckit und Ägirin bekannt; Laurvikitpegmatit, dessen Anorthoklas schriftgranitisch von Ägirin durchwachsen ist, von Frederiksvärn in Südnorwegen; Eläolithsyenitpegmatit vom Langesundfjord und aus Arkansas Magnet Cove), mit viel Eudialyt vom Umptek.

3. Alkalilamprophyre.

Die Alkalilamprophyre sind im Gegensatz zu den Apliten basischer, reicher an Oxyden zweiwertiger Metalle, als das Stammmagma, und enthalten bei porphyrischer Ausbildung mit seltenen Ausnahmen nur dunkle Gemengteile als Einsprenglinge.

1. Camptonit, grauschwarz bis schwarz, panidiomorph-körnig oder vollkristallin-porphyrisch, aus Plagioklasleistchen (Andesin bis Labradorit), reichlichem Barkevikit, Biotit, Titanaugit, bisweilen auch Olivin bestehend und akzessorisch Apatit und titanhaltigen Magnetit führend (Abb. 35). Bei porphyrischen Arten bilden besonders Titanaugit, Barkevikit und Biotit die Einsprenglinge. Man unterscheidet Amphibol- und den seltenen Biotitcamptonit.

Camptonite bilden Gänge in Alkaligesteinsgebieten: Campton Falls (New Hampshire); New Jersey, Montana, Kanada, Kristianiagebiet, böhmisches Mittelgebirge, bei Ditró in Siebenbürgen.

2. Monchiquit, von Camptonit durch Glasbasis und starkes Zurücktreten oder Fehlen des Plagioklases unterschieden. Die schwarzen, stets hypokristallin-porphyrischen Gesteine enthalten als Einsprenglinge: Titanaugit, bisweilen mit fast farblosem, selten grünem Kern; Barkevikit, oft mit dunklerem Kern; automorphen Biotit, fast optisch einachsig, gelegentlich mit lichterem Kern; Olivin in Kristallen

oder rundlichen Körnern, fast immer stark serpentinisiert. Akzessorisch finden sich hauptsächlich Apatit, Magnetit, Plagioklasleistchen. Die farblose bis bräunliche Glasbasis ist natron- und wasserreich und oft in Natrolith und Analcim oder in letzteren allein umgewandelt. Sie wird von HCl zersetzt.

Einteilung. Die olivinführenden Monchiquite werden in Amphibol- und Biotitmonchiquit eingeteilt; olivinfrei hat man erstere Fourchit, letztere Ouachitit genannt. Dazu kommen Arten mit Plagioklas- oder Feldspatvertretern: Nephelin- und Leucitkriställchen in der Glasgrundmasse enthält der Leucitmonchiquit, Einsprenglinge von Leucit und Bytownit neben Barkevikit und Augit der Mondhaldeit, Haüyn oder Sodalith der feldspatfreie Haüynmonchiquit, von welchem sich der Heptorit durch feinste Labradoritleistchen in der Grundmasse unterscheidet, Melilith führt der Melilithmonchiquit.

Vorkommen: Verbreitet als Gänge in der portugiesischen Serra de Monchique; in Brasilien (auch Leucit-M.); in Arkansas (hier in den Fourche Mts. Fourchit und Ouachitit); in Montana; im Kaiserstuhl (auch Mondhaldeit von der Mondhalde bei Oberbergen); im Siebengebirge der Heptorit aus dem Rhöndorfer Tale; im böhmischen Mittelgebirge (auch Leucit- und Haüyn-M. und Mondhaldeit); auf Kola; im südrussischen Bezirke Taganrok und auf den Orkneyinseln Melilith-M.



Abb. 35. Camptonit. Jaren, Südnorwegen. Barkevikit, Augit, Plagioklas, Eisenerz. Vergr. 35.

3. Alnöit; dunkelgrau bis schwarz, mit einer Grundmasse aus Melilith, Biotit, akzessorischem Eisenerz, Perowskit und Apatit (bisweilen Melanit und Haüyn), Einsprenglingen von Biotit (z. T. Anomit), Titanaugit und Olivin und mit sekundärem Calcit.

Alnöite bilden Gänge auf Alnö (Schweden), in Kanada (Montreal), in Arkansas und Brasilien. Ein augitfreies oder sehr augitarmes, verwandtes Gestein ist der Polzenit aus dem Gebiete des Polzenflusses bei Böhmisch-Leipa mit kleinen Haüyn- und Melanitkriställchen, olivinfrei und haüynreich der Bergalith von Oberbergen im Kaiserstuhle.

In bezug auf die chemische Zusammensetzung sind Camptonit und Monchiquit enger verwandt als mit Alnöit, der geringeren Betrag von SiO_2, größeren von $MgO + CaO$ und K_2O molekular

größer als Na_2O hat; dieses Verhältnis erreichen nur wenige biotit- oder leucitreiche Monchiquite.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	41,94	15,36	3,27	9,89	5,01	9,47	5,15	0,19	3,29	(100,44)
2.	43,50	18,06	7,52	7,64	3,47	13,39	2,00	1,30	1,22	(100,20)
3.	46,48	16,16	6,17	6,09	4,02	7,35	5,85	3,08	4,27	(100,91)
4.	24,19	12,00	6,45	9,32	14,07	17,37	1,99	3,06	5,16	(101,16)

1. Camptonit. Campton Falls, New Hampshire, U. S. A. (mit 4,15 TiO_2, 0,25 MnO, 2,47 CO_2).
2. Amphibol-Monchiquit. Magnet Cove, Arkansas (mit 2,10 TiO_2).
3. Biotit-Monchiquit. Rio de Janeiro, Brasilien (mit 0,99 TiO_2, 0,45 CO_2).
4. Alnöit. Alnö (mit 3,96 P_2O_5, 2,77 CO_2, 0,53 Cl, 0,29 S).

b) ERGUSZGESTEINE.

Auch bei den Alkalimagmen gehört zu jeder Tiefengesteinsfamilie eine Gruppe von Ergußgesteinen; doch sind zu manchen Ergußgesteinen die entsprechenden Tiefenausbildungen noch nicht bekannt. Eine Unterscheidung tertiärer und vortertiärer Gesteine durch besondere Namen ist hier nicht gebräuchlich. Es gibt

1. Alkalirhyolith zu Alkaligranit,
2. Alkalitrachyt „ Alkalisyenit,
3. Phonolith „ Eläolith- und Leucitsyenit,
4. Trachyandesit „ ?
5. Alkalibasalt „ Alkaligabbro (Essexit, Theralith usw.),
6. Alkalipikrit „ Alkaliperidotit.

1. ALKALIRHYOLITH.

Die porphyrischen Gesteine enthalten Einsprenglinge von Alkalifeldspat, Quarz und Ägirin oder Alkaliamphibol, selten Biotit in glasfreier bis glasreicher Grundmasse aus denselben Gemengteilen. Hierzu gehören Comendit, hell, mit Einsprenglingen von Sanidin, Mikroperthit, Albit und Quarz, dazu einzeln oder zu mehreren Ägirin, Arfvedsonit, Riebeckit, selten Biotit in einer lichtgrauen oder gelblichen, mikrogranitischen oder glasführenden Grundmasse aus Quarz und Alkalifeldspat; akzessorisch: Zirkon, etwas Apatit, sehr wenig Eisenerze. Comende auf der Insel S. Pietro bei Sardinien; Westtexas; Ostafrika; Somaliland; Tschadseegebiet; Queensland.

Pantellerit, mit Einsprenglingen von Anorthoklas, Diopsid oder Ägirinaugit (letzterer bisweilen den Diopsid umhüllend) und Änigmatit (hier Cossyrit genannt), dazu bald wenig, bald reichlich

Quarz in dunkelgrüner oder bräunlicher Grundmasse, die bald vollkristallin (quarz- und feldspatreich mit wenig Ägirin), bald glasreich und dicht erfüllt von Pyroxen- und Amphibolmikrolithen mit wenig Quarz und Feldspat, bald ein grünes Glas mit spärlichen Mikrolithen ist. Akzessorisch finden sich Zirkon, Apatit, gelegentlich Olivin, selten Eisenerze. Der Habitus des Gesteins ist trachytisch rauh oder bimssteinartig oder glasig. Insel Pantelleria; Abessynien; Somaliland; Ostafrika; Westtexas; Queensland.

Eine dritte, nicht mit besonderem Namen bezeichnete Gruppe unterscheidet sich von dem plagioklasfreien Comendit und Pantellerit durch geringen Plagioklasgehalt und führt als dunkle Gemengteile Diopsid (St. Paul im indischen Ozean) oder Biotit und Hornblende (Mont Dore, Frankreich).

Als Glasausbildungen sind Obsidian (Ascension, Ostafrika, St. Paul), Bimsstein (Ascension, St. Paul) und Perlit bekannt (St. Paul).

In der chemischen Zusammensetzung sind Comendite saurer (über 71 % SiO_2) und ärmer an Eisenoxyden (meist unter 5 %), Pantellerite basischer (meist unter 71 % SiO_2) und reicher an Eisenoxyden (über 5 %), beide tonerdearm (meist unter 12 %); Al_2O_3 ist molekular kleiner als Alkalien. Die oben erwähnte 3. Gruppe hat Al_2O_3 höher und größer als Alkalien.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	74,76	11,60	3,50	0,19	0,18	0,07	4,35	4,92	0,64	(100,21)
2.	72,71	12,80	2,64	1,48	0,10	0,58	6,50	3,87	0,48	(101,16)
3.	67,48	9,70	7,42	2,21	0,77	1,45	7,21	2,94	0,96	(100,14)
4.	70,61	8,59	2,52	5,96	0,07	0,61	6,77	4,46	0,10	(100,18)
5.	74,80	14,47	1,03	—	—	0,43	6,63	1,69	0,96	(100,01)
6.	71,42	14,09	1,41	2,32	0,08	0,80	6,01	3,52	0,85	(100,50)

1. Comendit. Comende auf S. Pietro bei Sardinien.
2. Comendit-Obsidian. Green Mtn., Ascension.
3. Pantellerit. S. Elmo, Pantelleria.
4. Pantellerit-Obsidian. Britisch-Ostafrika (mit 0,15 TiO_2, 0,34 MnO).
5. Alkali-Rhyolith. Ravin de Lusclade, Mont Dore.
6. Alkalirhyolith-Obsidian. Riding School, Ascension.

2. ALKALITRACHYT.

Alkalitrachyte enthalten Einsprenglinge von Alkalifeldspat (in einer Gruppe auch von Plagioklas), Alkaliamphibol oder Alkalipyroxen (oder Diopsid) oder Biotit oder von einigen dieser Mineralien in einer meist rauhen Grundmasse aus denselben Gemengteilen, akzessorisch

Apatit, bisweilen Zirkon, Eisenerz, Quarz, Sodalith, Olivin. Die Gesteine sind vollkristallin oder hypokristallin, meist trachytisch, seltener orthophyrisch struiert.

Es gibt eine Reihe plagioklasfreier Arten mit Al_2O_3 molekular kleiner als Alkalien: Riebeckit-, Arfvedsonit-, Katophorittrachyt, Ägirintrachyt und Sodalithtrachyt, und eine zweite Gruppe mit Plagioklas und $Al_2O_3 > $ Alkalien: Drakontit, Ponzait und Arsoit.

a) Alkaliamphibol-Trachyte enthalten Einsprenglinge von Anorthoklas, Sanidin oder Albit und Alkaliamphibol (Riebeckit, Arfvedsonit, Katophorit, Änigmatit) in einer Grundmasse aus fluidalen Leistchen von Alkalifeldspat und Alkaliamphibol, zu welchen bisweilen etwas Ägirin oder Ägirinaugit oder Diopsid, etwas Quarz, selten Biotit kommt. Die Alkaliamphibole sind gewöhnlich siebartig von hellen Gemengteilen durchbrochen und unregelmäßig oder nur in der Prismenzone kristallographisch begrenzt.



Abb. 36. Sodalithtrachyt. Castello d'Ischia. Trachytische Struktur. — Vergr. 30.

Man unterscheidet Riebeckit- und Arfvedsonittrachyt: an der Hohenburg bei Berkum (Bonn a. Rh.); im Mont Dore, Frankreich; mit Ägirin in Abessynien, in Ostafrika, auf den Azoren, in Queensland. Katophorittrachyt mit Arfvedsonit, Änigmatit, auch Ägirin: Azoren; Ascension.

b) Ägirintrachyt, lichtgrünlich, mit rundlichen, durch Auswitterung von Sodalith entstandenen Poren am Kühlsbrunnen im Siebengebirge; im böhmischen Mittelgebirge; Ostafrika, Abessynien, Somaliland, Madagaskar; Queensland.

Paläozoische Ägirin- und Alkaliamphiboltrachyte sind die Lahnporphyre Nassaus mit Einsprenglingen von Alkalifeldspat und etwas Biotit in einer Grundmasse aus fluidalen Leistchen von Alkalifeldspat, Biotit, selten frischem Ägirin und Eisenoxydhäufchen in Formen, wie sie sonst Alkaliamphibole zeigen.

c) Sodalithtrachyt, grau, rauh, mit Einsprenglingen von Anorthoklas oder Sanidin und etwas Diopsid oder Ägirinaugit in einer Grundmasse aus fluidalen Leisten von Alkalifeldspat, Alkaliamphibol, Pyroxen, Sodalith, zuweilen auch Glas (Abb. 36).

Die Gesteine sind verbreitet im kampanischen Vulkangebiete (Ischia, Phlegräische Felder), auch aus Zentralfrankreich, dem böhmischen Mittelgebirge, von den Azoren und Kanaren, aus Ostafrika, von Celebes bekannt.

Zur zweiten, plagioklashaltigen Gruppe gehört:

d) Drakontit (Drachenfelstypus) mit Einsprenglingen von Sanidin, Labradorit, Biotit (Abb. 37) oder Hornblende oder beiden in einer Grundmasse aus Alkalifeldspat, Diopsid und Alkaliamphibol. Die Gesteine sind weißlich, gelblich oder grau und enthalten akzessorisch Apatit, Titanit, Magnetit, Zirkon, oft Tridymit.



Abb. 37. Drakontit. Drachenfels, Siebengebirge. Einsprenglinge von Feldspat, Biotit, Augit, Titanit. Vergr. 20.

Dieser Typus findet sich im Siebengebirge, in der Eifel (Kelberg), im Westerwalde, im nördlichen Odenwalde, verbreitet in Zentralfrankreich (das fast oder völlig hornblendefreie Gestein von Puy de Dome u. a. O. Domit genannt), auch im böhmischen Mittelgebirge.

e) Ponzait (Ponzatypus), grau, mit Einsprenglingen von Sanidin, Labradorit und Diopsid (Abb. 38), der manchmal Ägirinaugitmäntel trägt, in einer Grundmasse aus fluidalem Sanidin, Alkaliamphibol, Ägirinaugit, bisweilen mit Sodalith in Poren.



Abb. 38. Ponzait. Ponza. Einsprenglinge von Feldspat und Augit. Vergr. 20.

Ponzaite wurden gefunden auf Ponza, in den Phlegräischen Feldern (Mte. Nuovo, Olebano, Astroni; bei Pianura mit magnetitreicheren, dunklen Schlieren als sogen. Piperno), auf Ischia, auf den Azoren.

f) Arsoit (Arsotypus), dunkelgrau und porös, mit reichlichen Einsprenglingen von basischem Andesin neben Sanidin, Diopsid und

wenig Olivin in einer Grundmasse aus Sanidinleistchen, Oligoklas, viel Diopsid und Magnetit und vereinzelten kleinen Sodalithkriställchen.

Der Typus des Gesteins ist die Lava des Arsostromes (Abb. 39) auf Ischia, man kennt ihn auch aus Latium (Bolsena), aus Zentralfrankreich (Mont Dore), von den Azoren und aus Ostafrika.

g) Al_2O_3 ist bald kleiner, bald größer bei dem Rhombenporphyr, der Ergußform des Laurvikites. Die frisch grünlichgrauen, unfrisch braunen Gesteine enthalten Einsprenglinge von Anorthoklas mit spitzrhombischem Querschnitt und zahlreichen Einschlüssen von Diopsid, Biotit, Erzkörnchen, Olivin und Apatit, auch wenige Augit- und Biotiteinsprenglinge in einer Grundmasse aus Anorthoklas, Diopsid, wenig Ägirinaugit, reichlich Apatit, auch Eisenerz, etwas Zirkon, selten Olivin, manchmal Glas. Sie finden sich als Gänge und große Decken im Kristianiagebiete. Vorkommen aus Ostafrika führen vereinzelt etwas Nephelin oder Leucit. Die Gesteine vom Kenya haben den Mineralbestand der normalen Rhombenporphyre, aber nicht die Rhombenform der Feldspateinsprenglinge; sie wurden Kenyite genannt.

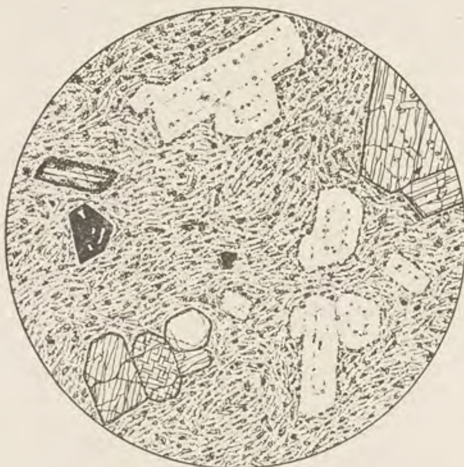


Abb. 39. Arsoit. Arsostrom, Ischia. Einsprenglinge von Feldspat, Augit, Hornblende mit Resorptionsrand, Olivin. — Vergr. 20.

Die chemische Zusammensetzung der Alkalitrachyte schließt sich an die der Alkalisyenite an:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	66,06	16,46	2,25	1,10	0,19	0,79	6,81	5,52	0,62	(100,35)
2.	63,61	16,34	4,30	2,08	0,37	1,42	6,21	5,54	0,77	(100,82)
3.	62,95	17,26	—	4,46	0,63	0,84	7,72	6,06	0,85	(101,42)
4.	65,01	18,27	0,84	0,83	0,80	1,50	6,79	4,34	1,74	(100,12)
5.	66,70	16,60	2,33	0,87	1,08	1,48	5,80	4,60	—	(99,92)
6.	56,75	18,03	2,22	3,04	2,02	4,68	4,85	5,92	0,18	(99,38)
7.	58,82	21,06	3,26	0,70	1,38	3,03	6,83	3,70	1,26	(100,04)
8.	53,44	20,39	4,22	1,76	1,12	2,13	8,76	5,75	0,97	(100,21)

1. Riebeckit-(Arfvedsonit-)Trachyt. Hohenburg bei Berkum (Bonn), mit 0,55 MnO.
2. Ägirintrachyt. Kühlsbrunnen, Siebengebirge (mit 0,18 Cl).
3. Sodalithtrachyt. Scarrupata, Ischia (mit 0,65 Cl).
4. Drakontit. Frohnfeld bei Kelberg, Eifel.
5. Domit. Puy de Dome, Auvergne.
6. Arsoit. Arsostrom, Ischia (mit 1,24 TiO_2, 0,34 P_2O_5, 0,11 Cl).
6. Rhombenporphyr. Tönsberg, Südnorwegen.
8. „ mit Leucit. Kibo, Ostafrika (mit 0,69 TiO_2, 0,27 ZrO_2, 0,49 P_2O_5, 0,22 SO_3).

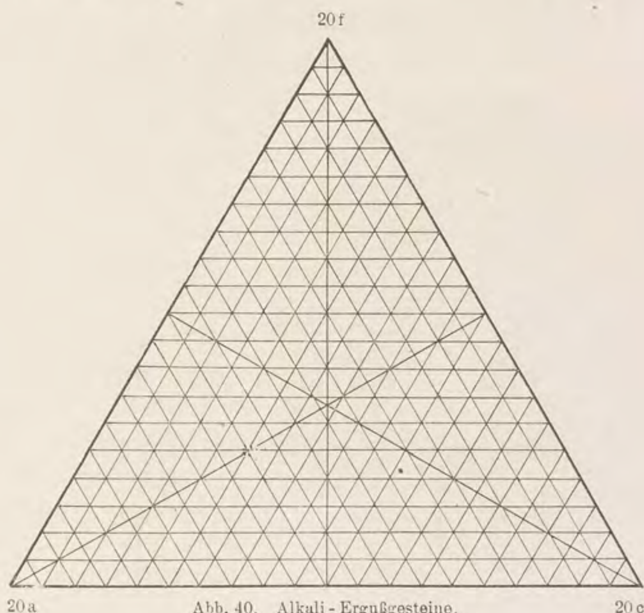


Abb. 40. Alkali-Ergußgesteine.

Bei dem Eintragen der Analysenorte in das Dreieck Abb. 40 und Vergleich mit denen der Alkalikalktrachyte wird der Unterschied zwischen beiden Gruppen augenfällig.

Glasreiche Gesteine und Gläser der Alkalitrachyte sind nicht selten: z. B. Obsidian (Ischia; Procida; Ascension), Perlit (Ascension), Pechstein (Puy de Dome), Bimsstein (Phlegräische Felder; Auvergne; Ponza; Ascension), glasiger Rhombenporphyr (Ostafrika).

3. PHONOLITH.

Porphyrische, grünliche, graue oder bräunliche Gesteine aus Sanidin (auch Anorthoklas) und Nephelin oder Leucit oder beiden, sowie Ägirin oder Ägirinaugit bestehend; akzessorisch sind verbreitet

Haüyn, der in einer Gruppe den Nephelin ersetzt, und Titanit, spärlich Eisenerze und Apatit, vereinzelt Amphibol (in einer Gruppe herrschend), Melanit besonders in leucitführenden Arten.

Sanidin, tafelig oder prismatisch, oft neben der Spaltbarkeit mit einer Absonderung parallel (100), ergibt manchmal einen bedeutenden Natrongehalt, umschließt auch mitunter mantelartig feinlamellierten Anorthoklas. Plagioklas (Andesin bis Labrador) fehlt den eigentlichen Phonolithen und stellt sich in Grenzgesteinen besonders nach Trachyt und Andesit ein. Nephelin erscheint selten als porphyrische Ausscheidung (Schloßberg bei Brüx in Nordböhmen; Hegau); in der Grundmasse bald automorph in gedrungenen Prismen (Abb. 41), bald xenomorph und dann oft nur durch Ätzen und Färben nachzuweisen. Leucit, automorph, namentlich die größeren Individuen lamelliert und mit mancherlei Einschlüssen versehen (Rieden am Laacher See), auch in Analcim umgewandelt (Kaiserstuhl). Haüyn, farblos, blau oder (sekundär) ziegelrot, die Einsprenglinge oft stark korrodiert, die kleinen Kriställchen der Grundmasse manchmal leicht zu übersehen. Die kurzen, grünen Säulchen der Grundmasse gehören hauptsächlich dem Ägirin an; sie umschließen mitunter kranzartig den Nephelin und besonders die kleinen Leucite (Abb. 42). In anderen Fällen (Milseburg) bilden sie schilfartige, von Nephelin durchbrochene Formen oder xenomorphe Partien (Abb. 41). Die größeren, saftgrünen Pyroxene sind Ägirinaugit. Gelegentlich finden sich in der Grundmasse farblose Säulchen von Diopsid, in manchen Phonolithen auch größere, gewöhnlich von Ägirin umrandete Individuen von Diopsid oder bräunlichem bis bräunlichvioletten Augit. Amphibol erscheint vorwiegend nur in vereinzelten größeren Säulchen von barkevikitischer Natur, wird im Schliffe braun bis grünlichbraun durchsichtig, ist mitunter von Ägirinprismen und Eisenerzkörnchen kranzartig umgeben und schmilzt leicht. Arf-

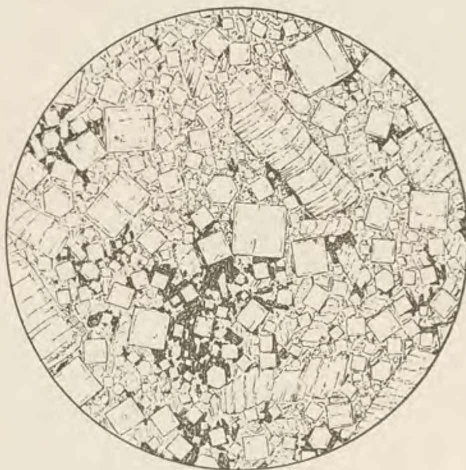


Abb. 41. Nephelinphonolith. Brüx in Böhmen. Automorpher Nephelin, Sanidin, xenomorpher Ägirin (dunkel). Vergr. 40.

vedsonit, Riebeckit und Änigmatit sind auf gewisse Phonolitharten beschränkt, dort aber reichlich, auch in der Grundmasse, vertreten. Der lichtgefärbte Titanit erhält seinen Habitus durch das Vorherrschen von (011) und liefert spitzrhombische Querschnitte mit Zwillingsbildung. Melanit führen besonders schön die Gesteine vom Kaiserstuhl und vom Perlerkopf am Laacher See. Olivin ist selten.

Die Grundmasse, meist vollkristallin, enthält in wechselnder Menge besonders Sanidin und Nephelin (bzw. Leucit), Ägirin, oft Haüyn, selten wenig farbloses Glas; Fluktuationsstruktur wird durch Sanidinleistchen hervorgebracht (trachytische Struktur) und ist besonders bei sanidinreichen Arten verbreitet.

Die makroskopische Struktur ist die durch Sanidintäfelchen (oder Leucit- oder Haüynkristalle) porphyrische, das Gestein mehr oder weniger dünnplattig, die Platten klingend; auch Mandelsteine mit mancherlei Zeolithen, besonders Natrolith, Chabasit, Apophyllit in den Blasenräumen sind bekannt.

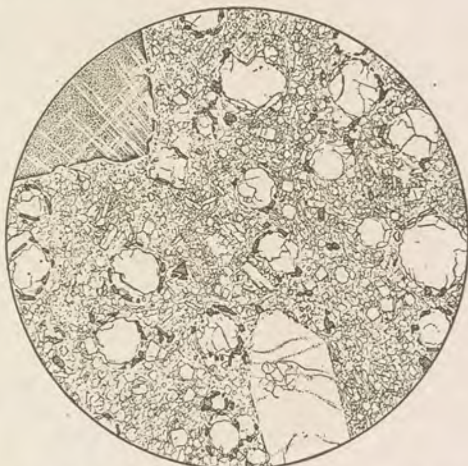


Abb. 42. Nephelin-Leucitphonolith. Olbrück, Laacher See. Leucit, Nephelin, Sanidin, Haüyn (links oben), Ägirin z. T. kranzartig um Leucit. — Vergr. 30.

Man unterscheidet:

1. Nephelinphonolith oder Phonolith schlechthin: Enthält wesentlich Sanidin, Nephelin und Ägirin, oft etwas Haüyn. In der Grundmasse überwiegt bald automorpher Nephelin (nephelinitoide Phonolithe), bald Sanidin (trachytoide Phonolithe). — Verbreitet in Nordböhmen; Lausitz; Rhön; spärlich im Westerwalde; Thüringen (Heldburg bei Coburg); Eifel (Selberg bei Quiddelbach); Zentralfrankreich; am Monte Ferru in Sardinien; Azoren, Kanaren, Kapverden; Ostafrika; Kolorado.

Apachit ist ein nephelinitoider Phonolith mit mikroperthitischem Sanidin und reichlichem Amphibol (Barkevikit, Arfvedsonit, Änigmatit) neben Ägirin in der Grundmasse. — Westtexas; Ostafrika.

2. Nephelin-Leucitphonolith (Leucitophyr), sanidinarm, führt Leucit und Nephelin, ersteren wie auch gern reichlich Haüyn unter den Einsprenglingen; Melanit ist häufig, Biotit spärlich. — Rieden und Umgegend am Laacher See (Abb. 43), grau, mit Leucit- und Haüyneinsprenglingen; am Schloßberge von Olbrück (Abb. 42) und bei Brenk braun, nur Haüyne als Einsprenglinge zeigend; am Perlerkopf melanitreich; ebenso im Kaiserstuhl (Oberbergen, Rothweil); Monte Vultur in Italien; Kapverden.

3. Leucitphonolith mit völligem Ersatz des Nephelins durch Leucit; außerdem wesentlich Sanidin und Ägirinaugit; selten: Mittelitalien (Bolsena, Viterbo, Rocca Monfina); Madagaskar.

4. Haüynphonolith, in welchem Haüyn die Stelle des Nephelins einnimmt, findet sich im Mont Dore, am Kreuzberg (Rhön), am Hohentwiel, in Nordböhmen, mit etwas Nephelin am Monte Vultur bei Melfi.

Übergänge bestehen nicht nur zu Trachyt, sondern auf mehreren Wegen auch zu dunklen Gesteinen. So z. B. verleiht reichliches Eintreten von Änigmatit neben Pyroxen in der Grundmasse und als Einsprenglinge pantelleritischen Charakter (Meru in Ostafrika; bei Dunedin auf Neuseeland mit gelegentlichem Olivin). Anwachsen des Augits und Eisenerzes ohne gleichzeitige Zunahme des Plagioklases ergibt shonkinitische Phonolithe (Gegend von Wiesenthal im Erzgebirge, z. T. haüyn- und melanitreich, auch mit Leucit; am Meru), Häufung von Augit, Eisenerz und Plagioklas bei stark zurücktretendem Nephelin trachybasaltische Phonolithe (Rhön; Teneriffa), Anreicherung von Plagioklas bei mäßigem Nephelin und fast verschwindendem Sanidin tephritische Phonolithe (Böhmisches Mittelgebirge; Kapverdeninsel S. Thiago).



Abb. 43. Nephelin-Leucitphonolith. Rieden. Leucit hell, Haüyn dunkel umrandet. Ägirinaugit schraffiert. — Vergr. 25.

In ihrer chemischen Zusammensetzung haben die Phonolithe eläolithsyenitischen Charakter. Al_2O_3 ist molekular gewöhnlich kleiner als Alkalien; eine Ausnahme machen trachytoide und Leucitphonolithe: bei letzteren ist K_2O größer als Na_2O, während sonst das umgekehrte Verhältnis herrscht.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	59,64	16,40	5,43	—	Sp.	1,59	7,24	7,68	2,26	(100,50)
2.	56,49	18,77	3,00	1,46	0,63	3,29	7,10	5,18	1,83	(100,08)
3.	54,02	19,83	—	4,09	0,31	2,09	9,88	5,98	2,75	(100,00)
4.	55,87	21,82	2,34	1,10	0,48	3,07	4,81	10,49	0,34	(100,32)
5.	51,10	19,90	4,02	1,98	0,90	4,04	8,61	5,94	2,07	(100,65)
6.	46,65	18,73	4,87	4,81	2,55	9,73	5,55	2,73	2,81	(100,16)

1. Nephelinphonolith. Milseburg, Rhön (mit 0,14 SO_3).
2. „ , trachytoid. Ziegenberg bei Nesterschitz, böhmisches Mittelgebirge (mit 0,74 TiO_2, 0,27 P_2O_5, 1,00 CO_2, 0,32 MnO).
3. Nephelin-Leucitphonolith. Olbrück, Laacher See (mit 0,36 Cl, 0,69 CO_2).
4. Leucitphonolith. Braccianer See, Italien.
5. Haüynphonolith. Tachaberg bei Böhmisch-Leipa (mit 0,14 TiO_2, 0,63 P_2O_5, 0,94 SO_3, 0,38 MnO).
6. Shonkinitischer Phonolith. Schlössel bei Wiesenthal, Erzgebirge (mit 1,05 TiO_2, 0,28 P_2O_5, 0,16 S, 0,24 Cl).

Bei der Verwitterung bildet sich eine charakteristische, weiße Rinde; auch die Fleckung, soweit sie nicht auf Ägirinanhäufungen beruht, ist ein Verwitterungsvorgang. — Das spez. Gew. hält sich von 2,5—2,6.

Die Lagerungsformen sind Kuppen und Gänge, seltener Decken oder Stöcke, vereinzelt Lakkolithen; die Absonderung liefert öfter Platten als Säulen.

Glasausbildungen phonolithischer Gesteine finden sich nur selten und in geringem Umfange, z. B. schwarze Glaskrusten auf Phonolithströmen und glasige Salbänder an Gängen auf Canaria; glasige Schlieren und Lagen mit kristallinen wechselnd (Eutaxitstruktur) auf Teneriffa. Die Bimssteine in der Umgebung des Laacher Sees gehören zu den dortigen Nephelin-Leucitphonolithen.

4. TRACHYANDESIT (CANTALIT).

Trachyandesite (Cantalite), grau bis grauschwarz oder bräunlich, enthalten Einsprenglinge von basischem Plagioklas und Hornblende oder Biotit oder Pyroxen oder einigen dunklen Mineralien, selten von Haüyn in einer Grundmasse aus Plagioklas, Sanidin, Magnetit, oft Pyroxen, bisweilen Glas.

Die Plagioklaseinsprenglinge sind Labradorit bis Bytownit, die Leistchen der Grundmasse Oligoklas; Sanidin ist bald automorph, bald als Kitt vorhanden. Von Pyroxenen ist Diopsid am verbreitetsten; manche Arten, besonders haüynführende, enthalten reichlich Ägirinaugit; Hypersthen ist gelegentlich Nebengemengteil. Biotit und der braune, natriumhaltige Amphibol zeigen Resorptionserscheinungen. Von Akzessorien sind Magnetit und Apatit allgemein verbreitet, Haüyn, Titanit und selten etwas Nephelin auf die den Phonolithen nahestehenden Gesteine beschränkt.

Die Struktur der Grundmasse ist in den helleren, an Trachyte und Phonolithe anschließenden Gliedern trachytisch, in den dunkleren, zu den Trachybasalten hinüberleitenden Gesteinen pilotaxitisch bis hyalopilitisch.

Einteilung. Nach dem vorwaltenden dunklen Gemengteile unterscheidet man Hornblende-, Biotit- und Pyroxencantalit.

Hornblendecantalit findet sich mit Biotitgehalt im Siebengebirge (z. B. Wolkenburg, Stenzelberg), wo er oft auch Diopsid, bisweilen etwas Hypersthen enthält; im Westerwalde z. T. mit wenig Haüyn; in Zentralfrankreich; auf den Kanaren und Azoren mit Ägirinaugit, bisweilen auch mit Haüyn.

Biotitcantalit ist bekannt vom Mte. Croce in der Roccamonfina mit akzessorischem Ägirinaugit; aus Montana mit Hornblende; mit glasreicher, von Augitmikrolithen erfüllter Grundmasse, reichlichen Biotit- und spärlichen Plagioklaseinsprenglingen als Biotitlatit aus Nevada.

Pyroxencantalit: Mit Diopsid, Plagioklas und etwas Olivin auf Ascension; glasreich, mit vielen Plagioklas- und wenigen Diopsideinsprenglingen als Augitlatit in Nevada und Kalifornien; mit Einsprenglingen von Ägirinaugit und Haüyn neben Plagioklas auf den Azoren, Kanaren, in Zentralfrankreich.

Die chemische Zusammensetzung klingt in den Grenzgliedern der Cantalitreihe einerseits an Alkalitrachyt und Phonolith, anderseits an Trachybasalte an. Zu beachten ist das wechselnde Verhältnis von Alkalien : MgO + CaO.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	62,38	16,88	7,33	—	0,82	3,49	4,42	2,94	0,87	(99,13)
2.	55,40	21,03	1,64	3,04	0,91	3,57	7,64	4,42	0,95	(99,83)
3.	55,69	17,87	4,07	3,26	3,41	6,87	2,89	4,41	0,17	(99,85)
4.	56,78	16,86	3,56	2,93	3,41	6,75	3,19	3,48	1,21	(99,74)

1. Hornblendecantalit. Wolkenburg, Siebengebirge; spez. Gew. 2,739.
2. „ mit Haüyn. Palma, Kanaren (mit 0,43 TiO_2, 0,23 P_2O_5, 0,57 SO_3); spez. Gew. 2,56.
3. Biotitcantalit. Mte. Croce, Roccamonfina (mit 1,02 TiO_2); spez. Gew. 2,19.
4. Pyroxencantalit (Augitlatit). Table Mtn., Kalifornien (mit 1,15 TiO_2, 0,42 P_2O_5, 0,18 CO_2); spez. Gew. 2,07.

5. ALKALIBASALTE.

Alkalibasalte, die jungen Ergußformen der Essexit-Ijolithreihe, sind dunkelgraue bis schwarze, meist porphyrische Gesteine, die außer Pyroxen und Eisenerz Feldspat oder Nephelin oder Leucit oder Melilith oder einige helle Gemengteile, oder statt dieser Glas enthalten, olivinführend oder olivinfrei sind.

Nach dem Mineralbestande unterscheidet man:

	mit Plagioklas	Plagioklas und Nephelin	Plagioklas und Leucit	Nephelin	Leucit	Melilith	Glas
mit Olivin	Trachybasalt	Nephelinbasanit	Leucitbasanit	Nephelinbasalt	Leucitbasalt	Melilithbasalt	Limburgit
ohne Olivin		Nephelintephrit	Leucittephrit	Nephelinit	Leucitit	—	Augitit

Dabei gibt es in den meisten Arten eine phonolithoide Reihe (oder trachytoide), grau, reicher an farblosen Gemengteilen, oft mit etwas Ägirinaugit, saurer, ärmer an CaO + MgO, und eine basaltische Reihe, schwarz, reicher an Titanaugit, ohne Ägirinaugit, basischer, mit höherem CaO + MgO.

Trachybasalt.

Trachybasalte, mit einem irreführenden Namen Trachydolerite genannt, sind dunkelgraue bis schwarze Gesteine, die wesentlich aus Feldspat und Pyroxen bestehen, meist auch Olivin führen, und akzessorisch außer Eisenerz und Apatit gelegentlich etwas Nephelin, seltener Leucit oder Haüyn, bisweilen Hornblende, Biotit, Rhönit, auch Glas in verschiedener Menge enthalten.

Der Feldspat ist vorwiegend Plagioklas, und zwar zonarer Labradorit bis Bytownit in den Einsprenglingen, Andesin bis Labradorit in der Grundmasse. Sanidin (und Anorthoklas) bilden einen Kitt zwischen den Gemengteilen der Grundmasse, auch schmale Ränder um die Plagioklaseinsprenglinge; desgleichen ist der spärliche Nephelin als Fülle und Leucit und Haüyn, wo solche auftreten, nur in der Grundmasse vorhanden. Von Pyroxenen kommt in den basaltischen Arten Titanaugit mit Zonenbau, Sanduhrstruktur und Zwillingsbildung in den größeren Individuen, in der Grundmasse gelegentlich ein grauer bis grünlichgrauer, diopsidischer Augit vor. In den phonolithoiden Arten herrscht Diopsid, welcher oft Mäntel von Ägirinaugit trägt. Die vereinzelten größeren Säulchen der braunen, basaltischen Hornblende sind gewöhnlich stark resorbiert, die Schuppen des Biotits in der Grundmasse unversehrt. Unter den Eisenerzen ist titanhaltiger Magnetit am verbreitetsten; seltener, besonders in Doleriten, findet sich Titaneisen. Rhönit bildet tiefbraune, schwer durchsichtige Blättchen, Apatit meist feine Nädelchen, seltener dicke und dann gewöhnlich grau oder bräunlich bestäubte Säulchen.

Von akzessorischen Bestandmassen sind frühzeitige Ausscheidungen von abweichendem Mineralbestande häufiger als in Plagioklasbasalten der Alkali-Kalkreihe. Hierher gehören die auch in anderen Alkalibasalten verbreiteten Olivinknollen, richtungslos-körnige, seltener etwas schieferige, rundliche oder eckige Stücke von Erbsen- bis über Kubikmetergröße, welche zur Hauptsache aus Olivinkörnern bestehen, die oft Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen, manchmal Picotitkriställchen und in der Nähe des umgebenden Basaltes

auch wohl (sekundäre) Glaseinschlüsse führen. Außerdem enthalten die Knollen häufig Enstatit oder Bronzit, Diopsid (oft chromhaltig) und Picotit oder Chromit, selten vereinzelte Apatite, Biotite und braune Hornblende, keine Feldspate und Eisenerze. — Aus dem Reinhardswalde und von Nordcelebes sind Plagioklasknollen, aus dem Westerwalde Plagioklas-Augitmassen in Basalten bekannt. In ungewöhnlicher Fülle und Mannigfaltigkeit haben sich Urausscheidungen in rheinischen Basalten, besonders im Basalte des Finkenberges bei Bonn gefunden: Olivinknollen, rein oder mit Enstatit oder Diopsid, Glimmer, Hornblende, Picotit; Massen von Enstatit oder Diopsid oder beiden; von Granat, Feldspat und Augit; von derbem Glimmer; Aggregate von Granat und Orthit; von Wollastonit mit oder ohne Granat; von Sillimanit (rein oder mit Zirkon, Sapphir, Spinell); von Feldspat mit oder ohne Zirkon und Sapphir; von Quarz und Feldspat (auch mit Augit, Olivin, Zirkon, Korund, Sillimanit); Quarzpartien; Picotitknollen usw. Die Möglichkeit einer Ausscheidung dieser Aggregate aus dem Magma wird durch Umrindungen der Knollen dargetan, z. B. Olivinmassen mit einer Kruste von Feldspat oder Quarz und Feldspat oder Glimmer oder Augit; Olivin um Augit; Granat um Quarz-Feldspataggregate u. dgl.



Abb. 43. Trachybasalt. Dornburg. Frickhofen. Fluidale Plagioklasleistchen, Augit, Olivin (hell). Magneteisen. — Vergr. 30.

Die Struktur der Trachybasalte ist meist porphyrisch, wobei Augit und Olivin, seltener in basaltischen, häufiger in phonolithoiden Arten auch Plagioklas die Einsprenglinge bilden; es gibt auch dichte, einsprenglingsfreie Gesteine sowie körnige Arten, die Trachydolerite. Neben kompakten Gesteinen kommen Mandelsteine vor, deren Hohlräume gewöhnlich von Zeolithen oder Karbonaten oder beiden ausgefüllt sind. Die Grundmasse ist bald körnig, bald fluidal (Abb. 43), glasfrei oder glasführend.

Phonolithoide Trachybasalte mit Diopsid, Ägirinaugit, Plagioklas, Sanidin, etwas Nephelin, z. T. auch Haüyn finden sich in Zentralfrankreich, auf den Kanaren, in Ostafrika am Meru.

Basaltische Trachybasalte sind viel weiter verbreitet. Zu ihnen gehören die Feldspatbasalte der deutschen Mittelgebirge: Siebengebirge, Westerwald, Vogelsberg, Rhön, Hessen, Thüringen, der Lausitz, ferner die des Duppauer und des böhmischen Mittelgebirges, von Zentralfrankreich, Sardinien, den Kanaren, Azoren und Kapverden, von Ascension und St. Helena, von Neu-Amsterdam, St. Paul im indischen Ozean. Trachydolerit findet sich u. a. an der Löwenburg im Siebengebirge, bei Oberbrechen an der Lahn, Ziegenhals im Vogelsberge, Londorf bei Gießen, am Meißner in Hessen.

Vortertiäre Vertreter der Trachybasalte sind die Essexitmelaphyre von Predazzo und vom Monzoni, solche der Trachydolerite die Essexitdiabase mit Orthoklas neben Labradorit, z. T. mit Ägirinaugit um Titanaugit, auch mit Analcim aus dem rheinischen Devon und dem Harze.

Hier sei der Teschenit angeschlossen, der sich durch einen Gehalt an Analcim und gelegentliche Führung brauner, barkevikitischer Hornblende auszeichnet; breit leistenförmiger, basischer Plagioklas, Titanaugit (zuweilen mit Mantel von Ägirinaugit), Diopsid, meist spärlicher Biotit, reichlich Apatit (manchmal schon makroskopisch), titanhaltiger Magnetit, Titaneisen, wenig Titanit und selten Nephelin sind die übrigen Gemengteile; Analcim sitzt xenomorph zwischen den anderen Mineralien. Hauptsächlich verbreitet in Österreichisch-Schlesien (cretaceisch); in Portugal; in Kalifornien; im Gouv. Jenissei.

Für die chemische Zusammensetzung mögen folgende Analysen einige Beispiele geben:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	52,78	19,08	3,63	3,79	1,58	5,09	7,95	3,85	0,44	(100,75)
2.	45,90	15,47	4,10	8,86	4,83	10,87	4,74	2,99	0,28	(98,08)
3.	43,63	14,14	7,72	4,96	9,73	11,83	2,84	1,45	3,22	(100,46)
4.	54,39	10,09	7,07	5,79	6,49	8,89	4,16	2,17	0,57	(99,62)
5.	52,63	13,53	12,60	—	6,17	8,44	4,28	1,61	1,55	(100,81)
6.	49,29	17,95	2,97	5,31	2,75	5,42	6,01	3,16	3,48	(99,79)

1. Trachybasalt, phonolithoid. Meru, Ostafrika (mit 1,50 TiO_2, 0,63 P_2O_5, 0,33 Cl, 0,10 CO_2).
2. „ basaltisch. Volvic, Auvergne (mit 0,44 MnO).
3. „ „ Bachelsdorf bei Tetschen, Böhmen (mit 0,94 P_2O_5).
4. Trachydolerit. Meißner, Hessen.
5. „ Löwenburg, Siebengebirge.
6. Essexit-Diabas. Oberberg bei Wissenbach, Nassau (mit 2,10 TiO_2, 0,87 P_2O_5, 0,32 SO_3, 0,16 CO_2).

Das spezifische Gewicht ist bei den phonolithoiden Arten 2,6—2,7, bei basaltischen 2,8—3,1.

Lagerungsformen, Absonderung, Verwitterung und Kontaktwirkungen sind dieselben wie bei den Plagioklasbasalten der Alkalikalkreihe. Über die Unterscheidung von diesen siehe S. 72.

Nephelinbasanit und -tephrit.

Es sind dunkelgraue bis schwarze Gesteine, die wesentlich Pyroxen, Plagioklas und Nephelin enthalten; im Nephelinbasanit kommt noch Olivin hinzu, Nephelintephrit ist olivinfrei. Man kann auch hier zwei Gruppen unterscheiden:

a) basaltischer Nephelinbasanit und -tephrit, makroskopisch wie auch in der Beschaffenheit der Gemengteile und der Grundmasse mit Trachybasalt übereinstimmend, nur daß Nephelin in wesentlicher Menge hinzutritt, bisweilen automorph, oft als Nephelinfülle und dann manchmal erst durch Ätzen und Färben in seiner Ausdehnung zu erkennen. Bräunliches oder farbloses Glas ist meist spärlich; andere akzessorische Gemengteile als Eisenerz und Apatit sind selten.

b) phonolithoider Nephelinbasanit und -tephrit, dunkelgrau, rauh, oft porös; neben Plagioklas und Nephelin finden sich wechselnde Mengen von Sanidin, außer basaltischem und Titanaugit Diopsid oder Ägirinaugit, bisweilen Hornblende und Haüynmineralien, seltener Biotit, unter den Einsprenglingen neben Pyroxen oft Plagioklas.

Auch in der chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich die beiden Arten:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	46,35	13,52	3,84	7,82	8,78	10,25	3,05	1,73	2,33	(100,50)
2.	51,76	16,64	14,06	—	3,21	8,15	4,98	1,31	—	(100,11)
3.	44,85	18,08	7,71	3,23	4,16	9,97	3,19	2,82	2,56	(99,90)
4.	57,69	20,44	2,32	1,47	0,70	3,18	7,51	4,74	1,70	(101,79)

1. Nephelinbasanit, basaltisch. Gleichberg bei Römhild, Thüringen (mit 2,17 TiO_2, 0,58 P_2O_5, 0,08 CO_2); spez. Gew. 2,951.
2. „ phonolithoid. Chajorra, Teneriffa.
3. Nephelintephrit, basaltisch. Dobrankatal, böhmisches Mittelgebirge (mit 1,78 TiO_2, 1,55 P_2O_5); spez. Gew. 2,839.
4. „ phonolithoid. Linsberg bei Hünfeld, Rhön (mit 0,66 TiO_2, 0,35 Cl, 0,27 SO_3, 0,42 CO_2, 0,34 seltenen Erden); spez. Gew. 2,624.

Verbreitung. Nephelinbasanit findet sich in der mitteldeutschen Basaltzone: Eifel, Westerwald, Vogelsberg, Rhön, Hessen, Thüringen, reichlich in der Lausitz und in Nordböhmen, vereinzelt in Schlesien; in Schonen, auf den Kanaren und Kapverden. — Nephelintephrit kommt vor im Kaiserstuhl: in vollkristalliner Grundmasse aus Nephelin, Plagioklas, grünem Augit, Magnetit, Hornblende und Apatit liegen Einsprenglinge von Titanaugit; durch Aufnahme von Leucit entstehen Übergänge in Leucittephrit. In der Rhön neben basaltischen auch phonolithoide Tephrite: Sandbergers Buchonit, hornblende- und biotitreich, oft mit etwas Haüyn und Titanit. Verbreitet in der Lausitz und im nördlichen Böhmen; hier zeigte Hazard, daß ein Gehalt an (mehr oder minder stark resorbierter) Hornblende auf die Eruptionskanäle, die „Stilbasalte" beschränkt ist, während in den übrigen Teilen des Ergusses die Hornblende durch Olivin ersetzt, aus dem Tephrit also Basanit wird; gleiches gilt für die dortigen Trachy- und Nephelinbasalte. Es ist damit die Möglichkeit gegeben, in einem Deckenerguß die Eruptionspunkte zu ermitteln. Auf den Kanaren bald gleichmäßig feinkörnig (Nephelin, Plagioklas, von Biotit durchwachsener Augit, Magnetit, Apatit) ohne Einsprenglinge, bald mit porphyrischen Ausscheidungen von Augit, Hornblende, Biotit; hier auch Gesteine, in welchen ein Haüynmineral den Nephelin ganz oder fast ganz ersetzt: Haüyntephrit und Sodalithtephrit; sie finden sich auch im böhmischen Mittelgebirge und in Zentralfrankreich. Auf den Kapverden phonolithoide Tephrite mit Sanidin und Haüyn, und basaltoide, z. T. mit Hornblende. In Ostafrika.

Leucitbasanit und -tephrit.

Graue oder grauschwarze, porphyrische Gesteine, die wesentlich aus basischem Plagioklas, Leucit und Pyroxen bestehen (Leucittephrit) oder noch Olivin enthalten (Leucitbasanit). Akzessorisch findet sich Magnetit und Apatit, fast immer Nephelin, durch dessen Anreicherung Übergänge nach Nephelinbasanit und -tephrit entstehen (Nephelin-Leucitbasanit und -tephrit); außerdem trifft man gelegentlich Biotit, Sanidin, Haüyn, Hornblende, Melanit. Die Einsprenglinge sind Leucit, Augit, in Basaniten auch Olivin.

Leucit, automorph, führt mancherlei Einschlüsse (reines Glas bisweilen in ausgezeichneten Ikositetraedern, Schlackenpartikel, grünlichen Augit, Plagioklas, Haüyn, Magnetit, Gasporen u. a.) regellos, kranzartig, radial oder zentral verteilt, wird bisweilen tangential von Plagioklas oder Augit umzogen und erfährt eine Umwandlung in Analcim. Die übrigen Gemengteile zeigen dieselben Eigenschaften wie in anderen Basalten. — Die Gesteine sind gewöhnlich vollkristallin oder sehr glasarm. Basaltische Arten wiegen vor; phonolithoide sind selten.

In der chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich Leucitbasanit und -tephrit von den entsprechenden Nephelingesteinen durch das Verhältnis $Na_2O : K_2O$.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	47,82	18,85	5,24	5,12	4,40	9,51	2,65	6,41	—	(100,00)
2.	51,20	21,21	2,38	3,67	1,99	5,24	2,11	10,63	0,28	(100,35)
3.	47,83	16,09	4,32	3,62	5,53	10,68	4,46	4,05	0,24	(100,42)

1. Leucitbasanit, olivinarm. Vesuv. Mittel aus 49 Analysen.
2. Leucittephrit, phonolithoid. Roccamonfina (mit 0,74 TiO_2, 0,36 P_2O_5, 0,03 ZrO_2, 0,33 BaO).
3. „ basaltisch. Falkendorf, böhmisches Mittelgebirge (mit 2,27 TiO_2, 1,33 P_2O_5).

Verbreitung. Leucitbasanit findet sich am Vesuv, meist olivinarm, auf Strömen schwarze Obsidiankrusten mit makroskopischem Leucit und Augit, auch Bimssteine. Im Herniker Lande, meist grau, mit Ausscheidungen von grünem Augit, olivinarm. Bolsener See, grau und porös, manchmal doleritähnlich. Am Laacher See; in Böhmen (Duppauer Gebirge). Leucittephrit trifft man im Kaiserstuhl (um Rothweil), phonolithoid, mit Leucit (Analcim), Ägirinaugit, Nephelin, Plagioklas; akzessorisch sind Haüyn, Melanit, Magnetit, Apatit, örtlich wenig Sanidin. In Böhmen (Duppauer und Mittelgebirge) basaltisch. In Schonen glasreich. In Italien: Roccamonfina, phonolithoid, lichtgrau, mit Ausscheidungen von Leucit, Augit, gelegentlich auch Sanidin in einer Grundmasse aus Leucit, Plagioklas, Augit, wenig Nephelin und Sanidin; akzessorisch vereinzelte Melilithtäfelchen, Biotit und Haüyn enthaltend; um den Bolsener See basaltisch; Blöcke von Tavolato bei Rom, grau, phonolithoid, mit Ausscheidungen von Leucit, Ägirinaugit, Haüyn, Melanit, seltener Plagioklas und Sanidin in einer Grundmasse aus Leucit, Plagioklas, wenig Augit, Nephelin und Sanidin, akzessorisch etwas Biotit und Titanit führend, z. T. glashaltig. Blöcke am Averner See (Abb. 44).



Abb. 44. Leucittephrit. Averner See. Leucit, Plagioklas, Augit, Magnetit. Vergr. 30.

Nephelinbasalt und Nephelinit.

Die grauschwarzen bis schwarzen Gesteine enthalten wesentlich Augit und Nephelin (Nephelinit) oder dazu noch Olivin (Nephelinbasalt) (Abb. 45); akzessorisch finden sich Magnetit, Apatit, Biotit, Haüyn, Melanit, seltener und vereinzelt Plagioklas, Sanidin, Melilith Leucit, Rhönit, Hornblende, Titanit, Perowskit. Glasbasis ist ge-

wöhnlich nur spärlich vorhanden oder fehlt ganz. — Das Gefüge ist bald doleritisch, öfter basaltisch; die doleritischen Modifikationen entstammen tieferen Teilen des Ergusses. Außer einem basaltischen gibt es einen phonolithoiden Typus, grünlichgrau, feinporös in welchem Augiteinsprenglinge fehlen und Ägirinmikrolithe, schmale Sanidinleistchen und meist reichlich Haüyn eintreten.

In ihrer chemischen Zusammensetzung sind die Nephelinbasalte meist reicher an MgO als die Nephelinite:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	40,53	14,89	1,02	11,07	8,02	14,62	2,87	1,95	1,44	(98,66)
2.	42,64	17,11	5,29	2,38	7,34	14,58	3,43	1,38	2,35	(99,95)
3.	42,12	14,35	13,12	—	6,14	13,00	4,11	2,18	3,42	(100,91)
4.	40,99	16,50	10,62	—	3,29	12,63	5,95	2,36	2,63	(99,62)
5.	41,09	18,35	14,89	—	1,78	8,79	8,79	3,14	1,26	(100,65)

1. Nephelinbasalt. Roßberg, nördl. Odenwald (mit 1,80 TiO_2, 1,32 P_2O_5, 0,16 MnO, 0,17 CO_2).
2. „ Bärenstein, Erzgebirge (mit 1,80 TiO_2, 0,45 MnO).
3. Nephelindolerit, olivinarm. Löbauer Berg, Sachsen (mit 0,54 TiO_2, 1,65 P_2O_5, 0,18 MnO).
4. Nephelinit, basaltisch. Hochstraden, Steiermark (mit 2,41 TiO_2, 0,89 P_2O_5, 0,35 MnO, 0,36 Cl, 0,64 SO_3).
5. „ phonolithoid. S. Antão, Kapverden (mit 0,45 Cl, 2,11 SO_3).

Verbreitung. Nephelinbasalt findet sich in der unteren Maingegend und im Odenwalde (u. a. am Roßberge mit grobkörnigem Nephelinit, biotit- und haüynreichen Abarten und verglasten Sandsteineinschlüssen; am Katzenbuckel mit phonolithoidem Nephelinitdolerit); in Hessen, der Rhön, im Fichtelgebirge, Erzgebirge, der Lausitz und Nordböhmen; in Zentralfrankreich, Schonen, Spanien, Südportugal; auf den Kapverden; in Ostafrika. Leucit-Nephelinbasalt, z. T. melilithführend, kommt in der Eifel und am Laacher See vor. Melilith-Nephelinbasalt im Hegau, Texas, Tasmanien, als Lapilli- und Schlackenanhäufungen am

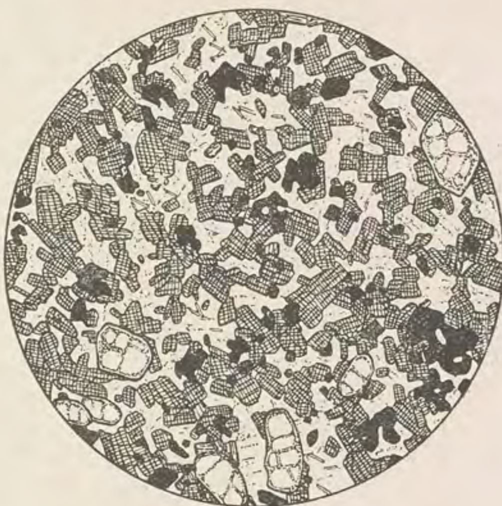


Abb. 45. Nephelinbasalt. Löbauer Berg, Sachsen. Nephelinfülle (hell), Augit, Magnetit, Olivin. Vergr. 30.

Kammerbühl bei Eger in Böhmen. Nephelinit tritt auf an der Hannebacher Ley am Laacher See (mit viel Nephelin; akzessorisch Haüyn, Leucit, Melilith, Perowskit), im Kaiserstuhl (haüynreich, mit Biotittafeln und Melanit). Meiches im Vogelsberge (Dolerit). Vereinzelt im Erzgebirge und in Nordböhmen. Verbreitet auf den Kapverden, bald basaltisch, bald phonolithoid (rauh, haüynreich). In Kamerun am Vulkan Etinde.

Leucitbasalt und Leucitit.

Tiefgraue oder schwarze Gesteine mit dem wesentlichen Mineralbestande Augit-Leucit bei Leucitit, Augit-Leucit-Olivin bei Leucitbasalt. Akzessorisch finden sich Magnetit, Apatit, Nephelin (häufig), Biotit, Hornblende, Melilith, Haüyn, Perowskit, selten Plagioklas oder Sanidin.

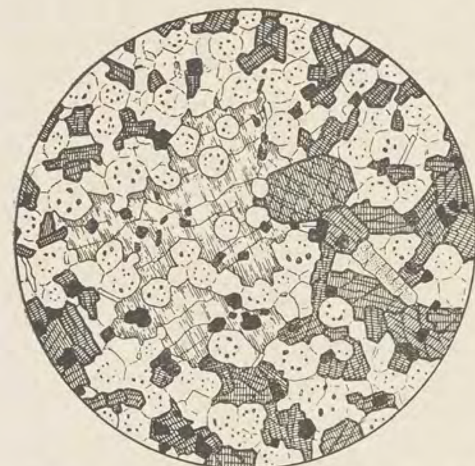


Abb. 46. Leucitit. Capo di Bove, Rom. Leucit mit Kornkränzchen, Augit, Eisenerz, Melilith (gefasert), etwas Nephelin, rechts bestäubter Apatit. — Vergr. 30.

Augit und Olivin gleichen denen anderer Basalte. Leucit ist meist automorph und führt regelmäßig angeordnete Einschlüsse (Abb. 46), bisweilen auch ohne Kristallumgrenzung, mit regellos gelagerten oder gar keinen Einschlüssen.

Struktur. Die Gesteine sind makroskopisch meist homogen, bisweilen porphyrisch durch Augit oder Olivin oder beide; doleritische Arten sind nicht bekannt. Mikroskopisch erweisen sie sich bald gleichmäßig-körnig vollkristallin, bald basisarm, in beiden Fällen manchmal mikroporphyrisch durch Augit und Olivin.

Die chemische Zusammensetzung zeigen folgende Analysen ($K_2O : Na_2O$ zu beachten):

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	44,42	11,86	26,10	—	0,67	10,74	2,77	2,98	0,80	(100,34)
2.	42,30	18,22	17,30	—	6,66	11,01	1,31	2,93	0,55	(100,28)
3.	45,99	16,56	4,17	5,38	5,30	10,47	2,18	8,97	0,45	(100,65)
4.	52,16	20,14	6,45	—	1,54	4,64	5,73	8,12	1,39	(100,17)

1. Leucitbasalt. Kunkskopf, Laacher See.
2. „ Monte Ferru, Sardinien.
3. Leucitit, melilithführend. Capo di Bove bei Rom (mit 0,37 TiO_2, 0,56 P_2O_5, 0,25 BaO).
4. „ phonolithoid. Pocos de Caldas, Brasilien.

Verbreitung. Leucitbasalt findet sich vielorts in der Eifel, z. T. reich an Nephelin (Übergänge in Nephelinbasalt); durch Zurücktreten des Olivins gehen Leucitite hervor. Reichlich um den Laacher See. Zahlreiche Kuppen (und Decken) im Duppauer und im böhmischen Mittelgebirge. Vereinzelt im Erzgebirge und in Hessen. In Schonen; auf Sardinien; in Südaustralien. — Ein Übergangsglied nach dem Melilithbasalt ist der Euktolith, grau, sehr feinkörnig, mit Einsprenglingen von Olivin und Biotit in vollkristalliner Grundmasse aus Olivin, Melilith, Leucit, Biotit und Magnetit; bei Pian di Celle zwischen Orvieto und Perugia, Italien. — Leucitit kommt vor in der Eifel; vereinzelt im Erzgebirge, Duppauer und böhmischen Mittelgebirge. Verbreitet in Italien: An den Ausläufern des Albanergebirges dunkelgrau mit gelblichen Flecken (Melilith) von Capo di Bove bei Rom, führt wenig Ausscheidungen von Leucit und Augit, in der Grundmasse reichlich Leucit mit Kornkränzchen, die oft größere, unregelmäßig begrenzte, etwas faserige Individuen von Melilith durchwachsen (Abb. 46), dazu grünen Augit, Nephelin, Biotit, Eisenerz, Apatit, wenig Sanidin als Kitt. Im Albanergebirge findet sich auch die Lava Sperone, porös, bräunlichgrau, stellenweise reich an kleinen Melanitkriställchen. Die schwärzliche Lava von der Roccamonfina enthält bisweilen wenig Plagioklas und farbloses Glas. Bei Bracciano und Sorano geht Leucitit in Leucittephrit über. Auf den Kapverden z. T. lichtgrau und rauh-porös, z. T. basaltisch schwarz und dicht, reich an blauem Haüyn. In Brasilien.

Abweichende Leucitgesteine fanden sich in den Leucite Hills (Wyoming); Wyomingit: rötlichgrau, mit bis 3 mm großen Phlogopiteinsprenglingen in einer Grundmasse aus Leucit, Diopsidmikrolithen und Glasbasis. Durch Eintreten von Sanidin geht das Gestein in Orendit über: rötlichbraun, grau oder gelblich, porös, mit kleinen Phlogopiteinsprenglingen in einer Grundmasse aus Leucit, Sanidin, Phlogopit, Diopsidkriställchen, einem Amphibol und viel Apatit. — Madupit, grau, gelblich oder grünlich, porös, enthält gleichfalls kleine Phlogopitblättchen ausgeschieden, in der Grundmasse Phlogopit, Diopsid und Glasbasis, die bei vollständiger Kristallisation Leucit ergeben hätte.

Melilithbasalt.

Die Gesteine bestehen wesentlich aus Augit, Melilith und Olivin und führen akzessorisch außer Eisenerzen und Apatit besonders Nephelin, Perowskit, Biotit, bisweilen Haüyn, selten Melanit; Augit und Olivin bilden die Einsprenglinge.

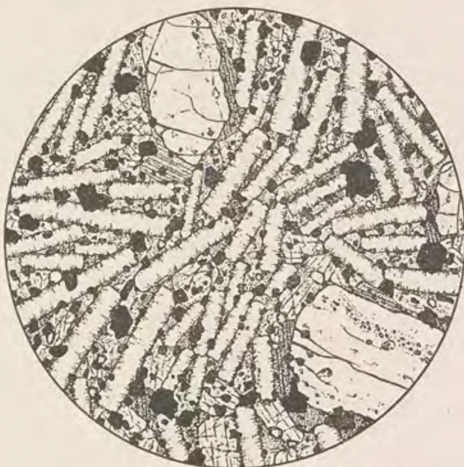


Abb. 47. Melilithbasalt. Urach. Melilith, Olivin, Augit, Eisenerz. Vergr. 40.

Der dünntafelige Melilith (Abb. 47) zeigt im Schliffe oft die charakteristische Pflockstruktur; selten tritt er als Füllmasse auf.

Augit, blaßgrün oder gelblichbraun oder Titanaugit, verhält sich wie in anderen Basalten, ebenso Olivin und Nephelin (bald automorph, bald als Fülle). Der Biotit ist z. T. Anomit.

In der chemischen Zusammensetzung ist die geringe Menge von SiO_2 und Al_2O_3 bei hohem MgO und CaO zu beachten.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	34,03	8,41	3,13	6,67	14,68	18,20	4,58	1,69	4,02	(100,14)
2.	33,89	9,93	15,63	—	16,14	15,19	2,86	—	2,90	(100,00)

1. Melilithbasalt (mit Haüyn). Grabenstetten, schwäbische Alb (mit 2,69 TiO_2, 1,10 P_2O_5, 0,94 SO_3).
2. „ Hochbohl, schwäbische Alb (mit 0,64 TiO_2, 1,41 P_2O_5, 1,41 CO).

Das spez. Gewicht beträgt 2,9—3,0.

Melilithbasalt bildet meist wenig mächtige Gänge, auch Stöcke.

Verbreitung. Zahlreich in der schwäbischen Alb (Urach). Im Hegau (Melilith als Fülle, z. T. auch automorph). Bei Kimmelsbach in den bayerischen Haßbergen; vereinzelt im Erzgebirge und in Nordböhmen (ein Teil der kleinen Teufelsmauer bei Böhmisch-Aicha). In Ostafrika.

Limburgit und Augitit.

Die Gesteine enthalten wesentlich Augit, Olivin und Glasbasis (Limburgit) oder sind olivinfrei (Augitit); akzessorisch finden sich Magnetit, auch Titaneisen, Spinell, Biotit, Hornblende, Haüyn. Sie sind gewöhnlich porphyrisch durch Olivin und Augit, meist kompakt, seltener Mandelsteine.

Augit, bald gewöhnlicher, bald Titanaugit wie in anderen Basalten; die Einsprenglinge tragen selten einen Mantel von Ägirinaugit. Olivin, meist automorph, ist manchmal auf die Ausscheidungen beschränkt. Die meist bräunliche Glasbasis beteiligt sich in stark wechselnder Menge, wird aber nur ausnahmsweise vorherrschend; sie ist bald rein, bald von Globuliten, Trichiten oder Mikrolithen erfüllt; in manchen Vorkommnissen wird sie von HCl kaum angegriffen, in anderen gelatiniert sie leicht unter reichlicher Bildung von Kochsalzwürfelchen.

Die chemische Zusammensetzung zeigt, daß in den Limburgiten und Augititen glasreiche Ausbildungen mehrerer Basaltarten vorliegen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	42,78	8,66	—	17,96	10,06	12,29	2,31	0,62	3,96	(99,87)
2.	42,06	12,18	2,67	7,89	11,47	11,29	5,10	1,07	3,08	(99,08)
3.	43,35	11,46	11,98	2,26	11,69	7,76	3,88	0,99	2,41	(99,75)
4.	45,04	16,04	7,10	8,23	4,46	10,19	6,11	2,85	0,33	(100,35)

1. Limburgit. Limburg bei Saspach, Kaiserstuhl (mit 0,28 TiO_2, 0,95 MnO).
2. „ Hahn bei Holzhausen, Habichtswald (mit 1,93 TiO_2, 0,34 P_2O_5).
3. Augitit. Hutberg bei Tetschen a. Elbe (mit 2,43 TiO_2, 1,54 P_2O_5).
4. „ S. Thiago, Kapverden.

Das spez. Gewicht ist 2,8—3,0, um so niedriger, je glasreicher das Gestein.

Verbreitung. Limburgit findet sich an der Limburg bei Saspach (Kaiserstuhl), tief braunrot bis schwarz, pechsteinartig, mit zahlreichen flachtafeligen Titanaugiten, goldgelbem, eisenreichem Olivin (Hyalosiderit) und wenig grünem Augit; das Glas wird im Schliffe tiefrot oder gelbbraun durchsichtig und gelatiniert leicht mit HCl; in den Blasenräumen sitzen Zeolithe. Vereinzelt im Oberelsaß und in der Pfalz (schwarz, basaltähnlich, mit Ausscheidungen von Olivin und Augit); bei Kircheip (östlich vom Siebengebirge) mit nicht wenig Hornblende unter den Einsprenglingen und in der Grundmasse. Mehrorts in Rheinhessen; verbreitet im Habichtswalde und Umgegend; in der Rhön, im Grabfeld. Vereinzelt im Fichtelgebirge, Elbsandsteingebirge, in der Lausitz; häufiger in Nordböhmen. Außerdem in Schonen, Spanien, Zentralfrankreich, auf Palma (hornblendereich), verbreitet auf den Kapverden (mit Haüyn). In Ostafrika. — Augitit kommt vor in Böhmen (Duppauer und böhmisches Mittelgebirge, z. T. in Decken); vereinzelt in der Lausitz, in Zentralfrankreich, auf den Kapverden, auf Gran Canaria, in Ostafrika.

Als Verit bezeichnete Osann ein schwarzes, pechglänzendes Mandelgestein postpliozänen Alters vom Cabo de Gata in Spanien mit Einsprenglingen von Biotit (Anomit) und Olivin in einer Grundmasse aus braunem Glase, Biotit, Diopsid und vereinzelten Plagioklasleistchen und Apatit; in den Mandelräumen sitzen Karbonate. In seiner chemischen Zusammensetzung unterscheidet es sich durch den hohen Gehalt an SiO_2 vom Limburgit, durch die Menge von MgO vom Pyroxenandesit: 55,17 SiO_2, 13,49 Al_2O_3, 3,10 Fe_2O_3, 3,55 FeO, 0,39 MnO, 8,55 MgO, 3,15 CaO, 4,43 Na_2O, 1,09 K_2O, 4,27 H_2O, 3,27 CO_2 (100,46).

Basaltgläser.

Wie bei Plagioklasbasalten kommen auch bei Alkalibasalten Glasausbildungen vor. Es sind z. T. Rinden auf Strömen (Londorf am Vogelsberge; Schiffenberg bei Gießen; Vesuv); z. T. lose Stücke, braun- oder blauschwarz, firnisglänzend, ohne makroskopische Kristallausscheidungen, mit Mikrolithen und kleinen Individuen von Augit, Olivinskeletten, auch Magnetit, selten mit farblosen Mineralien; faserige oder flockige braune Haufwerke oder Säume um Kristalle sind verbreitet. Derartige Gläser von Obsidiancharakter finden sich u. a. im Vogelsberge (Gethürms bei Angerod; bei Bobenhausen), am Säsebühl bei Dransfeld (Göttingen), an der Sababurg im Reinhardswalde, bei Ostheim in der Wetterau. Auch Basaltbimssteine kommen vor.

6. ALKALIPIKRITE.

Pikrite der Alkalireihe enthalten wesentlich Olivin, dazu ein oder einige Mineralien der Pyroxengruppe, Hornblende oder braunen Glimmer und Apatit. Die Zugehörigkeit zur Alkalireihe ergibt sich aus dem gelegentlichen Auftreten von Melilith (sehr selten von Nephelin) und der Vergesellschaftung mit Alkaligesteinen.

Zu den Alkalipikriten gehört außer den mit Tescheniten vorkommenden Pikriten von Ellgoth und Neutitschein in Österreichisch-Schlesien (Olivin, Augit,

Hornblende, brauner Glimmer, wenig Eisenerz und Apatit) und perowskitreichem Bronzitpikrit mit sehr spärlichem Melilith von Syracuse (Neuyork) der Kimberlit. Das Gestein enthält immer Einsprenglinge von Olivin und Biotit, selten auch von Augit in einer Grundmasse aus Augit, Biotit, Magnetit, Apatit, oft Perowskit, örtlich zersetzter Glasbasis; dazu kommt selten Pyrop, Smaragdit, vereinzelt Melilith. Vorkommen dieser gewöhnlich stark zersetzten Gesteine sind bekannt aus Südafrika, Bengalen, Brasilien, Kentucky, Arkansas, Neuyork.

Die chemische Zusammensetzung hat denselben Charakter wie die der Pikrite in der Alkalikalkreihe.

II. SEDIMENTGESTEINE.

Während Eruptivgesteine durch Aufsteigen von Magma an den Ort ihrer Bildung gelangen (anogene Gesteine), entstehen Sedimente durch Absatz aus Wasser oder Luft (katogene Gesteine). Es sind entweder Ausscheidungen aus wässeriger Lösung (Salzgesteine, Anhydrit, Gips u. a.) oder Abscheidungen aus Lösung durch Vermittelung von Organismen (gewisse Kalk- und Kieselabsätze) oder lose vulkanische Auswurfsmassen oder Trümmermaterial und Verwitterungsrückstände aus der Zerstörung anderer Gesteine. Die bei vielen dieser Vorgänge zunächst gebildeten losen Massen werden später verfestigt.

SALZGESTEINE.

Am verbreitetsten sind körnige, blätterige, seltener faserige Aggregate von Steinsalz ($NaCl$), rein farblos und wasserhell, oft durch Beimengungen rot, blau oder grau gefärbt. Würfelförmige Flüssigkeitseinschlüsse sind verbreitet, desgleichen Gasporen, gelegentlich Kriställchen von Quarz, Anhydrit, Pyrit.

In den oberen Regionen mancher Steinsalzlager finden sich wenig mächtige Schichten, in welchen neben Steinsalz hauptsächlich noch Sylvin (KCl), Carnallit ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6\,H_2O$), Kainit ($MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3\,H_2O$), Kieserit ($MgSO_4$) bis zum Vorherrschen auftreten. Man unterscheidet Halit (Steinsalz), rein oder mit Sylvin als Sylvinhalit, z. T. anhydritisch; durch Vorwalten des Sylvins entsteht Halitosylvin, z. T. kieseritisch; Halitcarnallit (Carnallit und Steinsalz), z. T. kieseritisch; Halitkainit (Kainit und Steinsalz) u. dgl.

Verbreitung. Steinsalz findet sich fast in allen Formationen, am reichlichsten im Zechstein, in der Trias und im Tertiär. Im Silur: Salt Range in Vorderindien; Virginia, Newyork, Michigan; Kanada. — Devon: Michigan; China; baltische Provinzen Rußlands. — Karbon: Virginia; England. — Perm: Vielorts im norddeutschen Tieflande, im Thüringer Becken, im Werra-Fuldagebiete, mit Kali-

salzen. — Im Buntsandstein: Bei Braunschweig und Arnstadt; im Hannöverschen. Muschelkalk: Am oberen Neckar und Kocher; in Thüringen (Erfurt, Stotternheim); Rheinfelden im Kanton Aargau. — Keuper: Lothringen; Berchtesgaden; Hall in Tirol; im österreichischen Salzkammergut; Spanien (Tarragona). — Jura: Bex im Kanton Waadt. — Kreide: Algier. — Tertiär: Elsaß; beiderseits der Karpathen (Wieliczka); Siebenbürgen; Rumänien; Rimini in Italien; Cardona in Katalonien; Kleinasien, Armenien, Persien; Louisiana. — Jetztzeit: Wüsten-, Steppen- und Seesalz (Totes Meer, Kaspisee, Utah, Südamerika).

Anhydrit.

Grob- bis feinkörnig, selten faserig-strahlig, weiß, grau, bläulich oder rötlich, im Schliffe farblos; akzessorisch finden sich Steinsalz, Karbonate, Boracit, Pyrit, Eisenglanz. — Als Stöcke und Lager in verschiedenen Formationen, hauptsächlich in Begleitung von Steinsalz, Ton, Mergel, Gips, welch letzterer durch Wasseraufnahme aus ihm hervorgeht. Verbreitet am Harz und besonders in Steinsalzgebieten: Staßfurt, Sulz am Neckar, Lüneburg, im Braunschweigischen, Segeberg in Holstein, Berchtesgaden, Salzkammergut.

Gips.

Spätige, kleinkörnige oder dichte Aggregate, auch faserige Adern; weiß oder durch Beimengungen gelb, rot, braun, grau gefärbt. Akzessorisch finden sich Bergkristall, Boracit, Apatit, Steinsalz, Glimmer, Karbonate (besonders Dolomitspat), Schwefel, Pyrit u. a., an Beimengungen nicht selten Ton, auch Bitumen (Stinkgips). Unter dem Mikroskope erscheint das Gefüge blätterig oder strahlig, bei dichten Arten körnig. — Gips bildet Lager, Linsen und stockähnliche Massen und ist gewöhnlich von Ton, Mergel, Kalkstein, Steinsalz, Anhydrit begleitet. Die Hauptverbreitung erlangt er im Zechstein (im südlichen Harz, im Mansfeldischen, am Rande des Thüringerwaldes, mehrorts im norddeutschen Flachlande) und in der Trias (Pariser Becken; Alpenrand von Savoyen bis Vorarlberg; Galizien). Während er hier z. T. Absatz aus Meeres- und Seebecken, z. T. aus Anhydrit entstanden ist, findet er sich auf Island, Lipari und in anderen vulkanischen Gegenden in Verbindung mit Solfataren.

VULKANISCHE SEDIMENTE.

Vulkanische Sedimente sind ursprünglich immer lose Auswurfsmassen, durch die explosive Gewalt der entweichenden Dämpfe zerteiltes Magma. Je nach der Größe der ausgeworfenen Partikel unterscheidet man:

Vulkanische Blöcke, über kopfgroß, gewöhnlich schwammig-blasig und mit Schlackenrinde, bisweilen mit kompaktem kristallinem Kern; sie platten sich zu Schlackenkuchen ab, wenn sie noch plastisch auf den Boden fallen. Vulkanische Bomben, ei- oder birnförmig, von Faust- bis Kopfgröße, manchmal kurz geschwänzt und mit Wülsten an der Oberfläche versehen; innen dicht oder blasig, die Blasen der Randpartie kleiner und plattgedrückt. Über Obsidianbomben siehe Ztschr. d. d. geol. Ges. XLV, 1893, 299. Lapilli,

braune bis schwarze, blasige, eckige oder rundliche Schlackenbrocken von Haselnuß- bis Walnußgröße, reicher an Glas als die zugehörige geflossene Lava. Vulkanischen Sand, schwärzliche, hirsekorn- bis erbsengroße, schlackige Lavabröckchen, meist reichlich gemischt mit Bruchstücken oder Kriställchen von Feldspat, Leucit, Augit, Hornblende, Olivin, Melanit, Magnetit, Biotit je nach Art der Lava (Laacher See; Vesuv; Stromboli). Vulkanische Asche, staubartig fein, weißlich, grau, gelblich, braun oder schwarz, aus Mineralien und mehr noch Mineralsplittern bestehend; nicht selten sind hier Gemengteile reichlich vorhanden (besonders Glimmer, Hornblende, grüner Augit), die in der zugehörigen Lava stark zurücktreten oder fehlen, weil sie später resorbiert wurden; auch enthalten die Mineralpartikel der Asche oft mehr Glaseinschlüsse und Gasporen, als die Gemengteile der späteren Lava, wie auch die Glasmasse in (häufig bläschenführenden) Splittern größeren Anteil nimmt und manche Aschen, besonders hellgefärbte, fast ausschließlich zusammensetzen kann. Während diese feinsten Auswurfsmassen vom Winde über weite Strecken fortgetragen werden können, liegen die gröberen Materialien in unmittelbarer Nähe des Ausbruchspunktes.

Aus der Verfestigung loser vulkanischer Auswurfsmassen von mittlerem bis feinem Korn gehen Tuffe hervor (Lapillituffe, Sandtuffe, Kristalltuffe, Aschentuffe); sind sie mit fremdem klastischem Material gemengt, wie es z. B. bei Ablagerung in Wasserbecken geschehen kann, so nennt man sie Tuffite.

Die meisten Ergußgesteine sind von zugehörigen Tuffen begleitet; am verbreitetsten sind:

Porphyrtuff.

Die Porphyrtuffe sind aus gröberem oder feinerem Zerteilungsmaterial des Quarzporphyrmagmas aufgebaut. Es finden sich Kristalle und Kristallbruchstücke von Quarz, Feldspat und Biotit, sowie ihre Umwandlungsprodukte Sericit, Chlorit, Steinmark usw. (Kristalltuffe), oder vorwiegend lapilliartige Brocken (agglomeratische oder Lapillituffe), oder hauptsächlich aschenartig feinste Teilchen (dichte Tuffe oder sog. Tonsteine). Von akzessorischen Bestandmassen sind verbreitet: Nester und Adern von Hornstein, Chalcedon, Jaspis, Quarz, Achat oder Steinmark, und Hohlraumauskleidungen von Quarz, Rot- oder Brauneisen, Manganerzen u. dgl. — Die Umwandlungsvorgänge schaffen aus dichten Tuffen und dem Zement der Kristall- und Lapillituffe bisweilen ein vollständig und manchmal ziemlich grobkörniges Aggregat von Quarz, wasserklarem

Feldspat und Sericit, und machen dann das mikroskopische Bild eines Kristalltuffes dem eines Quarzporphyrs ähnlich. Silifizierte Porphyrtuffe (Odenwald, Wolftitz-Kohren-Gnandstein in Sachsen, Meißen, Vogesen, Schwarzwald) erlangen große Härte und bilden einen Teil der als Plasma, Bandjaspis bezeichneten Gesteine; das Kieselmineral ist z. T. Opal.

Porphyrtuffe begleiten, bald unvollkommen, bald sehr deutlich geschichtet, einfarbig in verschiedenen Tönen oder lagenartig, geadert, geflammt, die meisten der größeren Porphyrergüsse.

Wenig abweichend sind die Tuffe der Quarzkeratophyre, ebenfalls z. T. Kristalltuffe und dann gewöhnlich mit reichlicher Neubildung von Albit neben Quarz und Sericit; z. T. Aschentuffe, in welchen zuweilen noch die recht charakteristischen, sichel-, knochen- und hammerartigen Formen der ehemaligen Glassplitterchen erhalten geblieben sind, wenn auch jetzt die Glasmasse gewöhnlich in ein feinkörniges Aggregat von Sericit, Ton und Kieselsäure umgewandelt ist; ein ähnliches Gemenge oder ein Plagioklasmosaik mit etwas Chlorit bildet die Zwischenmasse; auch Calcit oder Schiefersubstanz ist manchmal beigemengt. — Im Gebiete der sog. Lenneporphyre des westfälischen Devons.

Die Rhyolithtuffe wiederholen die Eigentümlichkeiten der Porphyrtuffe in den Hauptzügen, nur daß bei ihnen Sanidin, nicht selten Pyroxen, mitunter auch braune Hornblende außer Quarz, Biotit und Glas auftritt. — Ungarn (bei Erlau und Kremnitz auch Perlittuffe); Nevada; Neuseeland.

Trachyttuff.

Weißliche, graue oder gelbliche Massen von erdiger oder sandsteinähnlicher Beschaffenheit, die vielfach zur Hauptsache aus bimssteinartigem, fragmentarem Material und Kristallen von Sanidin, Augit, Hornblende, Biotit und Magnetit bestehen. Beigemengte Trachytbröckchen sind oft zu weißlichen, nicht scharf begrenzten Partien zersetzt, Nester und Adern von Opal keine Seltenheit.

Im Siebengebirge (hauptsächlich aus Bimssteinstaub verfestigt, z. T. mit Pflanzenresten); Nordungarn (mit Edelopal); Zentralfrankreich; Euganäen, Kampanien, Insel Ischia. Auf Ascension, den Kapverden und Azoren.

Traß (Duckstein, Tuffstein) ist ein trachytischer Bimssteintuff aus der Umgegend des Laacher Sees, gelb, grau oder braun, porös oder mehr dicht, wesentlich aus Bimsstein-, Trachyt-, Grauwacke- und Tonschieferbröckchen, Sand, Augit, Hornblende, Glimmer, Haüyn bestehend. Abweichend beschaffen ist der sogen. Traß aus dem Rieß

bei Nördlingen mit 67,55—68,73 % SiO_2 (Ztschr. d. d. geol. Ges. XXXI, 1879, 563).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	66,39	17,74	4,97	—	0,47	0,53	1,94	3,05	4,89	(99,996)
2.	54,69	20,00	3,13	2,26	0,70	2,17	0,28	4,77	11,61	(99,61)
3.	58,32	20,88	4,15	—	1,10	2,19	4,11	3,91	5,87	(100,53)

1. Trachyttuff. Ofenkuhlen im Siebengebirge (mit 0,012 Cl, 0,C04 SO_3).
2. „ Epomeo, Ischia.
3. Traß. Tönnisstein im Brohltal (Laacher See).

Phonolithtuff.

Grau, erdig-mürbe; die aschenartigen Auswurfsmassen enthalten zersetzte Glassplitterchen, Sanidin, Augit, Hornblende, Biotit, verwitterte Phonolithbröckchen, und sind manchmal von Calcit durchtränkt. — Im Hegau (stellenweise mit zahlreichen festeren, erbsengroßen Kügelchen um einen Kristall als Kern); im böhmischen Mittelgebirge (Gegend von Teplitz); Zentralfrankreich.

Nephelin-Leucitphonolithtuff findet sich westlich vom Laacher See. Das gelbliche bis bräunliche Gestein besteht aus vorwiegenden Bimssteinbröckchen, die reichlich Leucitkriställchen führen; dazu kommt Augit, selten Nephelin, Haüyn, Sanidin, Biotit, Titanit und eine feinkörnige Zwischenmasse aus Glassplittern und Leucit; Hornblende fehlt ganz.

Der Leucitphonolithtuff vom Schorenberg bei Rieden enthält: 52,24 SiO_2, 21,08 Al_2O_3, 4,41 Fe_2O_3, 0,60 MgO, 2,68 CaO, 4,58 Na_2O, 6,43 K_2O, 8,33 H_2O, 0,08 Cl, Spur SO_3 (100,43).

Tuffe der Porphyrite, Andesite und Melaphyre sind wenig verbreitet und in neuerer Zeit selten untersucht.

Basalttuff.

Graue, bräunliche oder ziegelrote, erdige Gesteine aus verfestigtem basaltischen Auswurfsmaterial, als Aschen-, Kristall- oder Lapillituffe ausgebildet. Sie enthalten Kristalle und Bruchstücke von Augit, Hornblende, Olivin, Biotit, Magnetit, Leucit, Melanit, Picotit je nach ihrer Herkunft, dazu Glassplitter. Die Hauptmasse ist häufig ein stark zersetztes, ursprünglich glasiges Aschenmaterial, reich an Brauneisen (Abb. 48), auch an Calcit. In Nestern und Adern sitzen Calcit, Aragonit, Eisenspat und Zeolithe, selten Kieselmineralien. — Weitverbreitet in Basaltgebieten und z. T. als Mineralfundstätten bekannt.

Peperin ist ein aschgrauer Leucitittuff mit Kristallen von Augit, Magnetit, Olivin, Leucit, Melanit, Biotitblättchen und Brocken von Leucitit, Kalkstein, Dolomit. — Albaner Gebirge.

Palagonittuff enthält zahlreiche Körner und Brocken von Palagonit, einem weingelben bis gelbbraunen, amorphen Körper, der durch verdünnte HCl leicht unter Gelatinieren zersetzt wird, dazu in wechselnder Menge Augit, Olivin, Plagioklas, Eisenerz, als Infiltrationsprodukte Calcit, Aragonit, Zeolithe. — Ähnliche Tuffe, deren braune, kolophoniumähnliche Körner von verdünnter HCl nicht zersetzt werden, hat man Hyalomelantuffe genannt.



Abb. 48. Basalttuff mit verockerten Glassplittern. Kerguelen. — Vergr. 30.

Die Analysen ausgesuchter Palagonitsubstanz, soweit sie von Säuren zersetzt wird, ergaben:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	41,26	8,60	25,32	4,84	5,59	1,06	0,54	12,79	(100,00)
2.	38,96	11,62	14,75	6,29	9,13	0,68	0,72	17,85	(100,00)

1. Palagonit. Palagonia, Sizilien (mit 10,99 % unlöslichem Rückstand).
2. „ Seljadalr, Island (4,11 % Rückstand).

Verbreitet auf Sizilien, Island, weniger in der Eifel, an der Wilhelmshöhe bei Kassel, in Ungarn, Steiermark, Schonen, Syrien.

Diabastuff.

Die schmutziggrünen, grünlichgrauen oder braunen Gesteine sind erdig oder dicht und kompakt und dann äußerlich Diabasaphaniten ähnlich, aber häufig geschiefert, auch fossilführend; es sind verfestigte aschenartige Auswurfsmassen, die mitunter Brocken und Bomben von Diabas und Trümmer fremder Gesteine enthalten. — Schalstein nennt man mit Tonschiefer- und Kalkschlamm vermengte Diabastuffe; die meist schieferigen Gesteine führen oft Plagioklas, Augit, Hornblende, Eisenerze (besonders Titaneisen), alle gewöhnlich stark zersetzt, dazu nicht selten frische Apatite. Von den reichlich vorhandenen Umwandlungs- und Neubildungsprodukten begegnet man Karbonaten, Chlorit, Epidot, Uralit, Strahlstein (selten

einem blauen Amphibol), Quarz, sekundärem Plagioklas (oft albitisch), Titanitkörnchen, Anataspyramiden u. a. Die schalige, zonale oder streifige Anordnung dieser sekundären Nädelchen und Körnchen um andere Substanzen bezeichnete Gümbel als Migrationsstruktur, „eine Folge der Umbildung alter und der Ausbildung neuer Gemengteile, gleichsam einer Wanderung der Stoffe“.

Die recht wechselnde chemische Zusammensetzung zeigen folgende Analysen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	$MnCO_3$	H_2O	
1.	52,47	15,35	2,67	—	0,15	0,63	4,16	4,15	16,23	0,15	0,38	—	2,73	(99,63)
2.	38,52	16,25	3,35	7,68	5,49	—	4,40	0,55	16,03	0,63	1,04	0,82	5,14	(99,90)
3.	24,16	5,44	11,97	1,86	2,46	0,66	2,22	0,77	43,69	1,41	0,88	0,14	2,15	(99,48)
4.	17,58	10,25	1,04	0,55	1,17	—	1,26	0,80	62,95	1,08	0,14	0,33	2,21	(99,98)

1. Schalstein. Oberbrechen, Nassau (mit 0,20 MnO, 0,36 P_2O_5).
2. „ Balduinstein, Nassau.
3. „ Limburg a. d. Lahn (mit 1,67 P_2O_5).
4. „ Fleisbach, Amt Herborn, Nassau (mit 0,33 P_2O_5).

Die Schalsteine sind z. T. auf dem Meeresboden abgesetzt und gehen dann in andere Flachseesedimente, besonders in Grauwackeschiefer über. — Verbreitet in Nassau, im Vogtlande, Fichtelgebirge, Harz.

KONGLOMERATE UND BREKZIEN.

Erstere bestehen aus gerundeten, letztere aus scharfkantigen Trümmern entweder einer und derselben Felsart (monogen) oder verschiedenartiger Gesteine (polygen). Das Material der Konglomerate hat einen mehr oder weniger weiten Weg bis zu seiner jetzigen Lagerstätte zurückgelegt, während das Ursprungsgestein der Brekzien in unmittelbarer Nähe ansteht.

Granitkonglomerat mit verfestigtem Granitschutt als Bindemittel (bei Chemnitz im Rotliegenden); Granitbrekzie mit abweichend beschaffenem Granit als Bindemittel, d. i. eine Eruptivbrekzie (im Fichtelgebirge bei Reitzenstein; im Chrudimer Kreise Böhmens; in den Pyrenäen). Syenitkonglomerat, durch Syenitschutt verbunden (bei Dresden; in Schottland). Quarzporphyrkonglomerat, gewöhnlich mit einem Bindemittel von fein zerriebenem, oft fest zementiertem Porphyrmaterial; im Rotliegenden Sachsens (Oschatz-Frohburger und Döhlener Becken), des Thüringerwaldes und Schwarzwaldes. Quarzporphyrbrekzie; das Bindemittel ist oft normale Porphyrmasse (eruptive Reibungsbrekzie) von derselben oder von anderer Art als die Porphyrbrocken (Vogesen, Schwarzwald, Thüringerwald, Schloß Siegmundskron bei Bozen); in

anderen Fällen klastischer Porphyrschutt (am Oberen See). In gleicher Weise ist bei Diabaskonglomeraten und Diabasbrekzien das Bindemittel bald massiger Diabas, bald feiner Diabasschutt, letzterer oft mit Grauwacke und Tonschiefer gemengt (Vogtland, Fichtelgebirge, Frankenwald, Harz). Von geringer Verbreitung sind Konglomerate und Brekzien von Rhyolith (Nevada, Ungarn), Trachyt (in vielen Trachytgebieten), Augitporphyrit (Südtirol) und Basalt (mit feinklastischem, oft kalkreichem Basaltzerreibsel oder massigem Basalt als Bindemittel).

Gneiskonglomerat und Gneisbrekzie mit Gneisschutt oder Sandstein oder Schieferton als Zement (Gegend von Chemnitz, Dresden, von Landeshut in Schlesien). Quarzitbrekzie und -konglomerat mit kieseligem, eisenschüssigem oder etwas tonigem Bindemittel (im böhmischen Silur, im schwedischen und englischen Devon, im Rotliegenden bei Eisenach, im Buntsandstein der Vogesen und von Commern in der Eifel). Das sogen. Hornquarzkonglomerat aus dem Rotliegenden bei Mansfeld enthält graue, körnige Quarzitgerölle in kieseliger Bindemasse. Kieselschieferbrekzien und -konglomerate sind aus dem Vogtlande und von Burkhardswalde in Sachsen bekannt. Der Quarzbrockenfels besteht aus gelblichen, bräunlichen oder roten Hornsteinfragmenten und führt auf Höhlungen und Spalten Quarz- und Amethystkristalle, Rot- und Brauneisen, auch Pyrolusit (bei Schwarzenberg und auf Blatt Glauchau, Sachsen); am Schneckenstein im sächsischen Vogtlande sind es Bruchstücke eines Turmalin und Topas führenden Quarzites, welche durch Quarz und Topas verkittet werden. Als Verrucano wurden grobe, etwas sericitische Quarzkonglomerate mit Quarzporphyr-, Melaphyr- und Tonschieferbrocken bezeichnet (österreichische und Schweizer Alpen). Flintkonglomerat oder Puddingstein besteht aus gelben bis schwarzen Feuersteingeröllen mit hornsteinartigem Zement (im Eozän Südenglands). Kalksteinkonglomerat und -brekzie, aus Kalksteinbruchstücken von verschiedener Farbe und Struktur zusammengesetzt, hat meist kalkiges, seltener dolomitisches Bindemittel. Dolomitbrekzien und -konglomerate wurden aus Kärnten und aus dem Zechstein Thüringens beschrieben. Tapanhoacanga (oder kurz Canga) ist ein Konglomerat aus Magnet- und Brauneisen, Eisenglimmerschiefer und Eisenglanz, welche durch Roteisen oder Eisenocker verbunden sind; es führt gelegentlich noch Trümmer anderer Gesteine sowie Gold und gediegen Eisen (Brasilien). Knochenbrekzien mit Kalkzement erfüllen bald Spalten im Kalksteingebirge

(Herbivoren- oder Spaltenbrekzie an den Küsten des Mittelmeeres: Spanien, Frankreich, Sardinien, dalmatinische Inseln), bald liegen sie in Kalksteinhöhlen des Binnenlandes (Carnivoren- oder Höhlenbrekzie der meisten Höhlen). Gänzlich von Knochenresten, Zähnen, Schuppen u. dgl. ist das nur wenige Zentimeter mächtige Bonebed im obersten Keuper Schwabens, Frankens, Thüringens, Hannovers erfüllt.

Polygene Konglomerate enthalten Trümmer verschiedener Gesteine; sie sind im Rotliegenden verbreitet. Tertiären (oder diluvialen) Alters ist die Nagelflue der Schweizer Alpen; in einem kalkig-sandigen Bindemittel liegen entweder Gerölle vorwiegend von Kalkstein und Sandstein (Kalknagelflue), oder von allerlei kristallinen Gesteinen, besonders von Gneis, Granit, Glimmer- und Hornblendeschiefer, Porphyr, Serpentin, Quarzit u. a. (bunte Nagelflue). Sparagmite sind polygene Konglomerate und Brekzien Norwegens, die hauptsächlich Feldspat-, Quarz- und Tonschieferbruchstücke führen und mitunter Sandsteinen, Quarziten, Grauwacken oder Arkosen ähnlich werden.

KIESELGESTEINE.

Kieselgesteine bestehen vorwiegend aus wasserfreier, seltener aus wasserhaltiger Kieselsäure. Nur ein kleiner Teil dieser Gesteine entstand durch Absatz aus wässeriger Lösung (Kieselsinter, Süßwasserquarzit, manche gangförmige Quarzite) oder organogen infolge Abscheidung durch Diatomeen oder Radiolarien (Diatomeen- und Radiolarienschlamm und ihre Verfestigungsprodukte). Die Hauptmenge der Kieselgesteine ist klastischen Ursprungs und leitet sich aus der Zerstörung quarzhaltiger Felsarten her (Quarzsande und ihre Verfestigungsprodukte).

Quellabsätze.

Kieselsinter bildet schneeweiße, graue oder gelbliche Absätze um heiße Quellen in kompakten Schichten oder stalaktitischen, traubigen und moosartigen Formen; er besteht aus Opalkieselsäure. Die Analyse des Kieselsinters vom Upper Geysir Basin am Firehole River in den Rocky Mountains ergab 95,84 SiO_2, 2,68 Fe_2O_3, 1,50 H_2O und Spuren von Al_2O_3, CaO, MgO und Alkalien. — Island, Nordamerika (Nationalpark), Nordinsel Neuseelands.

Süßwasserquarzit, grau, gelblich oder rötlich, meist stark porös, bald quarzitartig, bald chalcedonähnlich, bisweilen mit Pflanzenabdrücken und verkieselten Süßwassermollusken. Durch Aufnahme

von Sandkörnern geht er in Sandstein über. Stark durchlöcherte Arten heißen Mühlsteinquarzit. Besonders im Tertiär des Pariser Beckens; bei Bonn; in Oberschlesien.

Organogene Kieselgesteine.

Noch heute erfolgen in Seen und im Meere Absätze aus Kieselpanzern von Diatomeen. Am Rande des antarktischen Festlandes entlang zieht sich ein zusammenhängender Streifen von Diatomeenschlamm. Fossile (meist tertiäre) Diatomeenablagerungen bilden die mehlige oder kreideähnliche, weiße bis graue Diatomeenerde oder Kieselgur (Diatomeenpelit, Bergmehl). In verschiedenem Grade von Opalmasse durchtränkt werden diese losen Massen zu dünnschieferigen, gelblichweißen, abfärbenden Polierschiefern oder zu härteren, an der Zunge haftendem Saugschiefer. — Diatomeengesteine sind reich an SiO_2:

	SiO_2	R_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	Organ. Sst.	
1.	74,20	6,81	—	0,41	0,30	0,02	13,30	4,20	(99,63)
2.	80,30	5,40	0,34	0,44	Sp.	0,30	10,90	1,30	(99,07)

1. Polierschiefer. Kutschlin bei Bilin, Böhmen (mit 0,12 SO_3, 0,24 P_2O_5, 0,03 NH_3).
2. Saugschiefer. Ebendaher.

Andere Vorkommnisse (Nevada) enthalten bis 91 % SiO_2.

Lager im Tertiär, Diluvium und Alluvium: Nordböhmen (Franzensbad, Bilin, Warnsdorf), Habichtswald, Lüneburger Heide, Altenschlirf im Vogelsberge, am Hochsimmer (Laacher See), unter Berlin und viele außerdeutsche Orte.

Auf das Meer beschränkt und von geringerer Verbreitung ist Radiolarienschlamm, der entweder vorwiegend aus den Kieselskeletten großer, kräftiger Radiolarien besteht oder noch Diatomeen, Splitter vulkanischen Glases und wenig Foraminiferen enthält. Etwas verfestigt liegen solche Absätze in dem tertiären sogen. Radiolarienmergel von Barbados vor. Radiolarienreiche Polierschiefer sind aus Sizilien, Kalabrien, Griechenland, von Zante und der nordafrikanischen Küste bekannt (Tripolis-Oran).

Bei der Umkristallisation von Diatomeen- und Radiolarienablagerungen werden die organischen Reste meist weitgehend bis vollständig zerstört und es entstehen kompakte Kieselgesteine:

Feuerstein oder Flint, rauchgrau, bräunlichgelb oder schwarz, in dünnen Splittern durchscheinend, von ausgezeichnet muscheligem Bruche. Die Hauptmasse besteht aus chalcedonähnlicher Kieselsäure mit Aggregatpolarisation. Hin und wieder finden sich Diatomeen, Foraminiferen, Bryozoen, Schwammnadeln und andere organische Reste, gewöhnlich auch etwas Ton, Kalk, Eisenoxyd, Kohle.

Feuerstein bildet meist unregelmäßig geformte Knollen mit weißer Verwitterungsrinde, selten Schichten in der Schreibkreide.

Hornstein, grau oder rotbraun, von splitterigem Bruche, unschmelzbar vor dem Lötrohre, enthält in kryptokristalliner Quarzmasse nicht selten reichlich Spongiennadeln und Radiolarien; er bildet gewöhnlich Knollen und Lagen im Jura, weniger in der Trias, der Kreide und in paläozoischen Schichten.

Kieselschiefer oder Lydit, dunkelgrau bis schwarz, dicht, hauptsächlich aus Quarz, wenig Ton, Eisenoxyd und Kohle bestehend, enthält bisweilen etwas Calcit oder Pyrit. Das Gestein ist häufig von weißen Quarzadern durchzogen und trägt auf Klüften manchmal Wavellit, auf Druckflächen anthrazitische Häute. Gut erhaltene Radiolarien sind selten zu finden (besonders schön in manchen Stücken von Lautenthal im Harz, Abb. 49); an ihrer Stelle erscheinen im Schliffe gewöhnlich runde, wasserhelle Stellen, die von radialfaseriger Kieselsäure erfüllt sind. Der Kieselschiefer von Triebenreuth im Fichtelgebirge ergab 96,74 SiO_2, 0,18 Al_2O_3, 0,88 FeO, 0,18 Na_2O, 0,31 K_2O, 2,28 C (100,57). — Kieselschiefer bilden Lager im Silur, Devon und Kulm. Sie sind besonders mit Alaunschiefern und Tonschiefern vergesellschaftet.

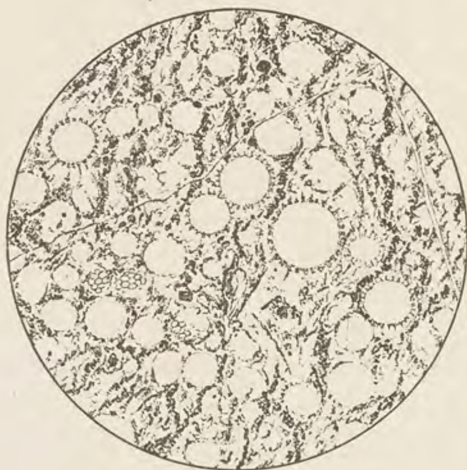


Abb. 49. Kieselschiefer mit Radiolarien. Lautenthal, Harz. Vergr. 50.

Kieselgesteine klastischen Ursprungs.

a) Quarzsande sind lose Ansammlungen von Quarzkörnchen unter Erbsengröße, bis zu Staubfeinheit herabsinkend (der Staub- oder Flugsand der Wüsten und mancher Dünen); außerdem finden sich verschiedene, gewöhnlich recht widerstandsfähige Mineralpartikel, besonders Zirkon, Granat, Turmalin, Rutil u. v. a.

Sand aus dem Tessin bei Pavia enthält z. B. außer Quarz (ca. 95 %) noch gemeine grüne und basaltische braune Hornblende, Strahlstein, Tremolit, Feldspat, Granat, Epidot, Zirkon, Muscovit, Biotit, Sillimanit, Staurolith, Cyanit, Rutil, Serpentin, Apatit, Turmalin, Andalusit, Augit, Hypersthen, Diallag, Chlorit, Magnetit, Titaneisen, Brauneisen, Pyrit, Gold; im Dünensande von Scheveningen

wurden gefunden: Quarz, Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas, Cordierit, Calcit, Apatit, Amphibol, Turmalin, Pyroxen, Epidot, Titanit, Sillimanit, Olivin, Granat, Staurolith, Disthen, Korund, Spinell, Rutil, Zirkon, Magnetit, Titaneisen; im Geschiebedecksande der Leipziger Gegend sind mit Sicherheit zu bestimmen: Quarz, Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas, Muscovit, Biotit, Chlorit, Diabasaugit, Diopsid, Hypersthen, gemeine grüne Hornblende, Strahlstein, Granat, Zirkon, Turmalin, Rutil, Titanit, Apatit, Epidot, Andalusit, Sillimanit, Staurolith, Korund, Eisenerze, sehr selten Goldflitterchen. — Tertiäre Sande dagegen sind mineralarm und führen außer Quarz meist nur Zirkon, Rutil, Turmalin.

An Metallen oder Edelsteinen reiche Sande bezeichnet man als Seifen (Gold-, Platin-, Zinnstein-, Edelsteinseifen u. dgl.).

Lose Anhäufungen von erbsen- bis etwa haselnußgroßen Quarzgeröllen bilden den Quarzgrus; die noch gröberen Schotter enthalten vorwaltend Gesteinsbruchstücke.

b) Sandsteine sind verfestigte Quarzsande. Die gewöhnlich hirsekorn- bis höchstens erbsengroßen Quarzkörner erweisen sich meist scharf- bis etwas stumpfeckig, seltener vollkommen abgerundet, und tragen oft eine dünne Haut von Eisenoxyd oder Eisenhydroxyd. Akzessorisch finden sich besonders helle Glimmerschüppchen, die gern auf den Schichtflächen liegen (Glimmersandstein), ferner frische oder kaolinisierte Feldspatbröckchen, Zirkon, Granat, Turmalin und andere der unter den Quarzsanden genannten widerstandsfähigen Mineralien. Sie stammen der Mehrzahl nach aus den zertrümmerten Gesteinen, von welchen auch die Quarzkörner herrühren; letztere verraten manchmal durch die Natur der Einschlüsse ihren Ursprung. Kieseliges, kalkiges und dolomitisches Bindemittel ist meist aus zirkulierenden Wässern abgeschieden, toniges Zement aus der Verwitterung von Feldspaten oder eingeschwemmtem Schlamm hervorgegangen. Als Seltenheit führen manche Sandsteine Beiglanz (Commern in der Eifel, Württemberg), Kupfererze (Chessy bei Lyon, Württemberg, Oberhessen, Ural), Phosphoritknollen (Kreidesandstein



Abb. 50. Sandstein mit ergänzender Kieselsäure. Wildbad, Schwarzwald. — Vergr. 30.

Rußlands). — Vorwiegend aus Nadeln von Kieselschwämmen besteht der Spongiensandstein des hannöverschen Hils.

Nach der Natur des Bindemittels werden unterschieden:

Kieseliger oder quarziger Sandstein: Die verkittende Kieselsäure ist meist Quarz (teils ergänzende Kieselsäure, Abb. 50, teils ein hornsteinartig feinkörniges Quarzaggregat), seltener radialfaseriger Chalcedon oder Opal; die sehr festen Gesteine sind besonders in der Kreide und im Tertiär (Knollensteine) vertreten. Kalkiger Sandstein: Das Bindemittel ist dichter oder spätiger kohlensaurer Kalk (Abb. 51), bisweilen mit feinsten Quarzkörnchen oder mit Bitumen gemengt; verbreitet in der Kreide und im Tertiär. Hierher gehören auch die Rhomboeder des sogen. kristallisierten Sandsteins von Fontainebleau, die zu $^2/_3$ aus Calcit bestehen; sie finden sich auch zu Dürkheim in der Pfalz und bei Wien. Selten ist das Zement Dolomit (dolomitischer Sandstein), wie z. B. im Buntsandstein von Jena und von Sulzbach in den Vogesen. Vereinzelt bildet Gips (Buntsandstein von Weißbach am Kocher) oder Baryt das Bindemittel (Gegend von Kreuznach; am Münzenberge in Hessen). Toniger Sandstein, meist feinkörnig, mit tonigem Zement, ist die verbreitetste Art; bisweilen ist die verfestigende Substanz Kaolin (kaolinischer Sandstein) oder tonig-kalkig (mergeliger Sandstein, wie z. B. die Molasse); sie enthalten mitunter flach linsenförmige, muscovit- und tonreiche Mergelmassen, sogen. Tongallen. Eisenschüssiger Sandstein: Braun, die Quarzkörner sind durch Eisenhydroxyd oder Eisenoxyd verbunden (Abb. 52); das Zement bildet manchmal Brauneisenkonkretionen, die der Volksmund als Adlersteine oder Klappersteine bezeichnet, wenn sie einen losen, zerreiblichen Kern bergen. Der sogen. Tigersandstein des unteren Buntsandsteins

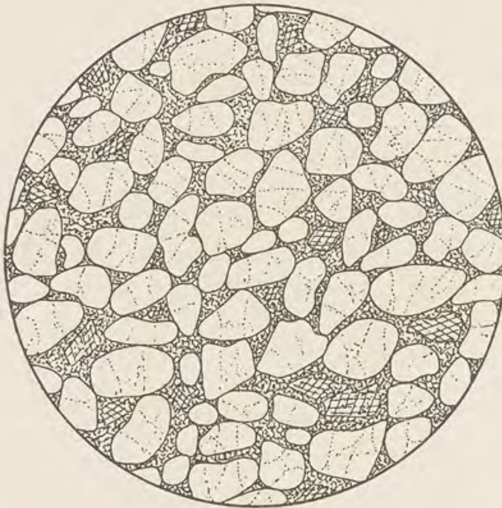


Abb. 51. Sandstein. Nordisches Geschiebe, Leipzig. Gerundete Quarzkörner mit Kalkzement. Vergr. 20.

enthält Flecken und Putzen von Psilomelan und Wad. Bituminöser Sandstein: Grau bis schwärzlich, mit kohliger Substanz oder Bitumen gemengt, selten mit Asphalt als Bindemittel (Bechelbronn im Elsaß). Glaukonitischer Sandstein: Grünlich, mit zahlreichen runden Glaukonitkörnchen, die bald Steinkerne von Foraminiferen, bald Konkretionen sind; das Zement ist glaukonitisch oder häufiger kalkig bis mergelig; besonders im Turon von Westfalen, Sachsen, England.

Itakolumit (biegsamer oder Gelenksandstein), ein schieferiger, roter Sandstein, dessen Quarzkörner mit unregelmäßigen, gelenkartigen Fortsätzen ineinander greifen und dem Gestein eine beschränkte Biegsamkeit verleihen; ein Bindemittel fehlt. Manche Arten führen Chlorit, Talk und Glimmer, Eisenglanz, Magnetit, selten Gold und Diamant. Brasilien, Nordamerika, Vorderindien.



Abb. 52. Eisenschüssiger Sandstein. Kreibitz, Nordböhmen. Vergr. 30.

Arkose unterscheidet sich vom Sandstein durch beträchtlichen Feldspatgehalt; selten fehlen Glimmerblättchen; die Akzessorien sind die des Granites und Gneises, aus deren Zertrümmerung das Arkosematerial hervorging. Das Bindemittel ist bald kaolinisch-tonig, bald kieselig, stellenweise eisenschüssig. Die Gesteine finden sich gewöhnlich in der Nähe von Granit oder Gneis, seltener von Quarzporphyr, und gehen einerseits in Sandstein, anderseits in Konglomerate und Grusmassen über.

In der chemischen Zusammensetzung der Sandsteine kommt die Natur des Zements zum Ausdruck.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	P_2O_5	$CaCO_3$	
1.	80,60	9,20	—	2,37	0,23	1,29	1,33	1,37	1,65	0,94	0,08	—	(100,09)
2.	72,46	10,59	1,77	—	—	0,61	0,60	1,29	3,20	2,69	—	6,03	(99,24)
3.	98,80	0,18	0,50	—	0,02	—	Sp.	—	—	0,50	—	—	(100,00)
4.	60,3	4,9	0,9	6,2	—	1,1	—	—	1,1	2,1	—	19,7	(99,3)

1. Kambrischer Sandstein. Barmouth, Wales (mit 1,03 CO_3).
2. Grödener Sandstein. Tirol.

3. Quadersandstein. Sächsisches Elbtal.

4. Glaukonitischer Sandstein. Werl in Westfalen (mit 2,6 $Ca_3P_2O_8$ und 0,4 $MgCO_3$).

c) Grauwacken sind paläozoische, dunkle, graue, grünlich- oder bräunlichgraue Sandsteine, die aus Quarz, Feldspaten, Glimmerfetzen und Gesteinsbruchstückchen von Kieselschiefer, Tonschiefer, Hornstein, Quarzit usw. bestehen. Dazu kommen schwer zerstörbare Gemengteile der ursprunggebenden Gesteine: Zirkon, Turmalin, Granat, Apatit, Rutil, Titanit, auch Eisenerze, Amphibole und Pyroxene. Ein eigentliches Bindemittel ist vielfach nur in geringer Menge vorhanden als feinst zerriebener, tonschieferartig verhärteter Gesteinsschutt, oder es besteht aus Quarz oder Calcit. Man unterscheidet hauptsächlich:

Körnige Grauwacke, ohne Schieferung, aber mit Bankung, manchmal durch Transversalschieferung plattig, bald sehr grobkörnig (konglomeratische Grauwacke), bald scheinbar homogen feinkörnig (dichte Grauwacke). Grauwackeschiefer, sehr feinkörnig bis dicht, durch zahlreiche parallel liegende Glimmerblättchen schieferig, geht in Tonschiefer über. Nach der Natur des Bindemittels spricht man von quarziger, toniger oder kalkiger Grauwacke.

Bezüglich der chemischen Zusammensetzung siehe folgende Analysen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$FeCO_3$	
1.	84,05	5,68	Sp.	0,26	—	0,26	1,29	—	1,02	0,65	7,01	(100,22)
2.	75,73	5,57	—	0,32	0,16	0,30	0,46	0,32	9,40	2,50	6,00	(100,76)
3.	63,25	22,50		3,92	1,70	5,73		2,90	—	—	—	(100,00)

1. Grauwacke. Ramsbeck, Westfalen.
2. " Berghausen-Ohle, Westfalen.
3. " Thann, Oberelsaß.

Grauwacke und Grauwackeschiefer bilden in vielfacher Wechsellagerung ausgedehnte Schichtensysteme im Paläozoikum vom Kambrium bis zum Kulm.

KALKGESTEINE.

Absätze von $CaCO_3$, meist Calcit, selten Aragonit, erfolgen in geringem Umfange aus wässeriger Lösung (z. B. Kalktuff, Süßwasserkalk, Travertin, Kalkoolithe), meist durch Vermittelung von Organismen, und zwar meist Tieren (Foraminiferen, Korallen, Echinodermen, Brachiopoden, Muscheln, Schnecken, Würmern u. a.), seltener Kalkalgen. Man unterscheidet:

a) Porösen Kalkstein. Hierher gehören: Kalktuff, weißlichgrau bis gelblich, feinkörnig-erdig und zellig-porös, ein Inkrustat

von Stengeln, Blättern, Moosen, Konchylien, die sich zahlreich als Reste oder Abdrücke vorfinden. Cannstatt und Urach in Württemberg; Öningen am Bodensee; Tonna, Langensalza, Mühlhausen in Thüringen; Robschütz bei Meißen u. a. O. Süßwasserkalk oder Limnocalcit, grau, gelblich oder rötlich, dicht oder erdig, porös, fester als Kalktuff, von muscheligem oder feinsplitterigem Bruche. Das Gestein ist von parallelen, auf der Schichtung senkrecht stehenden, röhrenförmigen Hohlräumen durchzogen, umschließt reichlich Süßwasserkonchylien und Pflanzenteile und führt z. T. Nester und Trümer von Hornstein oder Menilit. Bei Uelzen reich an Diatomeen; mehrorts im norddeutschen Diluvium; bei Mainz, Ulm, Buchsweiler im Elsaß, Teplitz und Eger in Böhmen; Gegend von Paris; Auvergne; Dalmatien und Istrien (oft bituminös). Travertin, bald schalig, aus regellos durcheinander liegenden, zartfaserigen Kalkröhren gebildet (Inkrustate von Pflanzenstengeln), bald dicht und fest, lichtgelblich, von platten, langgezogenen Hohlräumen durchsetzt, welche meist von Moosen herrühren. In den Abruzzen (Tivoli, Viterbo); ähnlich im Yellowstone-Nationalpark (hauptsächlich durch Algen gebildet).

b) Foraminiferenkalk. Eine lose Ablagerung ist der Globigerinenschlamm auf weiten Flächen des Bodens aller Ozeane in der äquatorialen und gemäßigten Zone, hauptsächlich aus den Kalkschälchen von Foraminiferen bestehend (Globigerina, Pullenia, Pulvinulina, Orbulina u. a.), örtlich mit Korallensand oder von Diatomeen durchsetzt. In geringeren Tiefen können Schalen von Muscheln und Schnecken die Foraminiferen überwiegen. Verfestigte Foraminiferenablagerungen bilden die Kreide, weiß, grau oder gelblich, feinerdig und abfärbend, von mattem Bruche. Sie besteht hauptsächlich aus Foraminiferenschalen (Textularia, Globigerina, Rotalia) und winzigen Kalkscheibchen; außerdem finden sich Schwammnadeln, Diatomeen, Beimengungen von Ton (mergelige Kreide), Glaukonitkörnchen (glaukonitische Kreide), Feuersteinknollen in der nordeuropäischen Kreide reichlich, in der südlichen selten; Kristallgruppen von Pyrit und Markasit (besonders in England und Nordfrankreich), Reste von Korallen (in der dänischen Korallenkreide); der Kreidetuff von Maastricht ist ein lockerer, zerreiblicher Kalkmergel, erfüllt von Bryozoen, Foraminiferen und Molluskenresten.

c) Dichten Kalkstein, hellgrau, gelblich, rötlich oder schwarz, einfarbig oder mit mancherlei Farbenzeichnungen, von feinerdigem oder splitterigem Bruche. Akzessorische Gemengteile sind spärlich, davon makroskopisch Quarz, Albit, Anthracit, Schwefel, Erze (beson-

ders Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende); mikroskopisch findet man Quarz, Glimmer, Zirkon, Rutil, Turmalin, Granat, Anatas, Brookit, Staurolith, Spinelle; die abgerollten oder splitterigen Formen kennzeichnen diese Mineralien als fremdes, eingeschwemmtes Material; gewöhnlich sind sie so vereinzelt vorhanden, daß man erst durch Auflösen einer größeren Masse Kalkstein ihrer habhaft wird; dabei bleibt auch fein verteilte, im Schliffe leicht zu übersehende tonige Substanz zurück. Eine Anhäufung von Kieselsäure führt zur Bildung von Hornsteinknollen, von Phosphorsäure zur Entstehung von Phosphoritknollen. Im Dünnschliffe zeigen die winzigen Kalkkörnchen bald alle nahezu gleiche Größe (z. B. im Plattenkalk von Solnhofen), bald liegen in dem feinkörnigen Aggregate in wechselnder Menge größere und gewöhnlich reinere Calcitkörner, die wohl in der Regel durch Umlagerung aus den kleinen hervorgegangen sind. Die Hauptmasse des feinkörnigen Calcitaggregates ist ein (oft schon unkristallisierter) Detritus von Kalkteilen mannigfacher Organismen, keine unmittelbare Abscheidung aus dem Meerwasser.

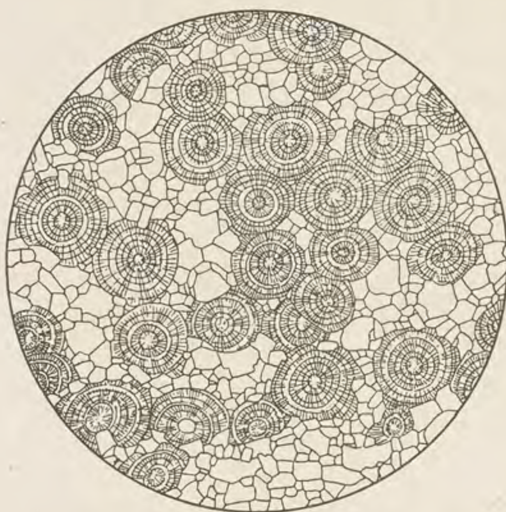


Abb. 53. Rogenstein. Asse bei Bernburg. — Vergr. 15.

Nach reichlicheren Beimengungen unterscheidet man außer dem gewöhnlichen Kalkstein dolomitischen Kalkstein mit Gehalt an $MgCO_3$, besonders im Perm und in der Trias verbreitet; er vermittelt den Übergang zum Dolomit. Kieselkalkstein, gleichmäßig von Kieselsäure (bis 48 %) durchdrungen und deshalb härter, auch mit Nieren, Nestern und Adern von Chalcedon oder Hornstein (Hornsteinkalk), letzterer oft Schwammnadeln, Radiolarien u. dgl. führend; nicht selten im Tertiär von Paris; als Zwischenlagen im schwäbischen Jura- und Muschelkalk. Tonigen oder Mergelkalkstein mit Beimengung von Ton (bis zu 25 %), ein Übergangsglied nach dem Mergel; im Jura, in der Kreide (z. B. der Plänerkalk), im Tertiär. Eisenkalkstein, ockergelb bis braunrot durch Eisenhydroxyd oder Eisenoxyd; im Devon, Zechstein, Dogger. Glaukonitischen Kalkstein, grün, tonig, mit zahlreichen Glaukonitkörnchen (oft Steinkerne von Foraminiferen); im deutschen Muschelkalk und Jura; im Tertiär von Paris; im

russischen Silur. Sandkalkstein, mit Beimengung von Quarzsand, oft auch wenig Ton, Eisenoxyd, Glaukonit; im Tertiär von Paris (sog. Grobkalk) und Bordeaux. Bituminösen Kalkstein, Stinkkalk oder Saustein, grau, braun oder schwarz je nach der Menge des ihn durchtränkenden Bitumens, beim Schlagen, Reiben oder Erwärmen übelriechend; im Zechstein Thüringens, oft mit Gips vergesellschaftet; im Devon vom Iberg (Harz); im badischen Lias. Flaserkalk (Kalknierenschiefer; Kramenzelkalk), durchflochten von wellig gebogenen Tonschieferlagen, die ein Netzwerk bilden; die Kalknieren oder -linsen dazwischen enthalten zuweilen einen Cephalopodenrest oder dgl. Viele Flaserkalke waren ursprünglich Brekzien dünnplattiger Kalksteine mit tonigem Zwischenmittel. Bei der Auswitterung bleibt der zellige Tonschiefer zurück. Im Oberdevon von Westfalen, Nassau, Thüringen, dem Fichtelgebirge, bei Glatz; im nassauischen Kulm.

d) Oolithische Kalksteine, reich an Kalkkügelchen von Hirsekorn- bis Erbsengröße; diese sind bald konzentrisch-schalig, wie z. B. im Erbsenstein (Pisolith) von Karlsbad, woselbst sie aus Aragonit bestehen, bald radialfaserig, bald vereinigen sie wie gewöhnlich beides (Abb. 53). Als Oolithoide hat man Kügelchen bezeichnet, deren konzentrische Lagen entweder durch abwechselnd feinere und gröbere kristalline Ausbildung (Abb. 54) oder durch zonenweise Verteilung einer färbenden Substanz gebildet werden. Pseudoolithe sind rundliche Gebilde, die sich durch abweichende, gröber- oder feinerkörnige Struktur (ohne konzentrischen oder radialstrahligen Bau) oder durch reichlichere Pigmentierung von der umgebenden Gesteinsmasse abheben, oder kleine, rundliche Fossilreste. Oolithische Kalksteine mit tonig-mergeligem oder sandigtonigem Bindemittel heißen Rogensteine. Durch Auswitterung kleiner oolithischer Kügelchen entstehen feinporöse Kalksteine, wie der Schaumkalk des thüringischen Muschelkalks.



Abb. 54. Oolithischer Kalkstein. Paraguay. Vergr. 30.

Verbreitung. Häufig im unteren Buntsandstein am Nordrande des Harzes (Bernburg), über ein Gebiet von etwa zwölf Quadratmeilen reichend; im Zechstein von Westfalen und im westlichen Spessart; im Muschelkalk von Gotha, Jena, Hildesheim, Braunschweig, der Gegend von Heidelberg, Donaueschingen; haupt-

sächlich aber im Jura auf einem Streifen vom Breisgau durch die Bourgogne und die Normandie bis nach England; im Silur von Gotland; im Kohlenkalk besonders Nordamerikas, spärlich in der Gegend von Aachen und Düsseldorf.

In der chemischen Zusammensetzung kommen die Beimengungen nach Maß und Art zum Ausdruck:

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Fe_2CO_3	SiO_2	R_2O_3	Ton	
1.	99,25	0,32	0,21	—	—	—	(99,88)
2.	96,97	0,50	—	—	0,11	0,86	(100,01)
3.	95,35	1,78	0,17	—	—	2,70	(100,00)
4.	82,26	1,52	—	—	2,61	12,28	(98,67)
5.	68,10	0,85	1,80	29,10	0,15	—	(100,00)

1. Weißer Jurakalk. Gegend von Ulm (mit 0,10 H_2O).
2. Kalkoolith (Dogger). Blumenberg bei Kolmar (mit 0,94 $Ca_3P_2O_8$, 0,45 K_2CO_3, 0,18 Na_2CO_3).
3. Plattenkalk. Solnhofen, Bayern.
4. Toniger Kalkstein. Balingen, Württemberg.
5. Kieselkalkstein. Ösetal, Westfalen.

Dolomit.

Körnige bis dichte Aggregate von Dolomitspat; die Individuen desselben zeigen keine Zwillingslamellen, aber oft roh die Rhomboederform (Abb. 55); daneben finden sich in verschiedener Menge Calcitkörner.

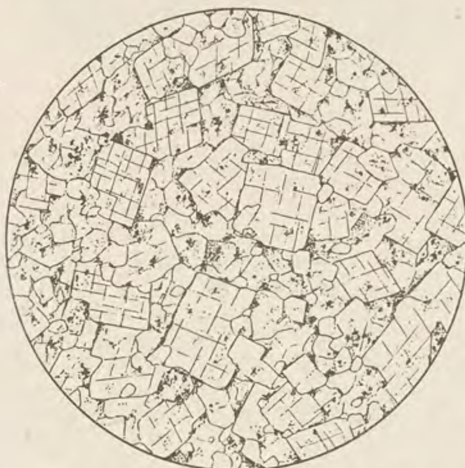


Abb. 55. Dolomit. Gerolstein, Eifel. — Vergr. 30.

Nach der Ausbildungsweise unterscheidet man:

Gewöhnlichen Dolomit, gelblich oder grau, feinkörnig bis dicht, äußerlich oft gemeinem Kalkstein ähnlich, braust aber nicht oder nur wenig mit kalter, verdünnter Salzsäure. Kavernösen Dolomit oder Rauchwacke, gelbgrau bis rauchgrau, mit unregelmäßigen Höhlungen, auf deren Wänden kleine Rhomboeder von Dolomitspat sitzen; besonders im Zechstein Thüringens, des südlichen und östlichen Harzrandes. Dolomitasche, staubartig-erdig, rauchgrau bis gelblichbraun, aus Dolomitrhomboederchen bestehend, oft etwas bituminös; im Zechstein Thüringens. Oolithischer Dolomit, ähnlich den oolithischen Kalksteinen, ist aus dem Zechstein von Gera und aus England bekannt.

In der *chemischen Zusammensetzung* ist der beträchtliche Gehalt an $MgCO_3$ das vom Kalkstein Unterscheidende.

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	
1.	54,75	44,81	—	—	0,33	(100,00)
2.	57,50	35,33	5,00	1,00	0,50	(99,33)
3.	63,27	35,97		0,41		(99,65)

1. Dolomit (Schlerndolomit). Schloß Wolkenstein bei Gröden, Tirol (mit 0,11 Unlöslichem).
2. „ New Castle, England.
3. „ Gerolstein, Eifel.

Verbreitung. Im Kambrium Nordamerikas; im Silur und Devon von Livland, Polen, Böhmen, der Eifel und der Lahngegend; im Karbon Rußlands und Englands; wenig im Rotliegenden; reichlich im Zechstein vielorts; im Muschelkalk Thüringens und Schwabens als „Wellendolomit"; im Keuper ebendaselbst als „Grenzdolomit"; in der oberen Trias Südtirols (Schlern); im Jura von Franken, Schwaben, Hannover; selten in der Kreide und im Tertiär.

Mergel.

Mergel vermitteln den Übergang von Karbonatgesteinen in Tongesteine. Es sind dichte, erdige oder schieferige Gemenge von Ton mit Kalk oder Dolomit; dazu kommt oft feiner Quarzsand, Glimmerschüppchen, Oxyde von Eisen und Mangan, manchmal Bitumen. Sie enthalten z. T. reichlich Foraminiferen (Abb. 56), Radiolarien, Diatomeen, Schwammnadeln; die Gesteine zerfallen leicht im Wasser.

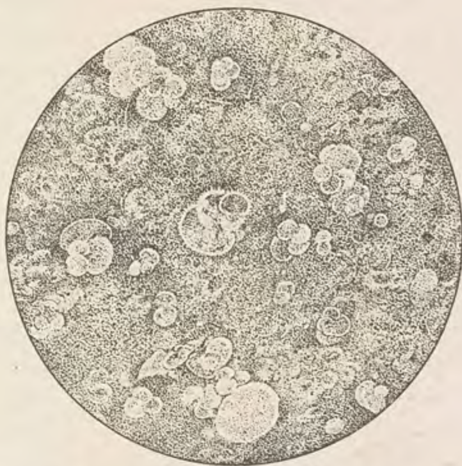


Abb. 56. Globigerinenmergel. Rütli, Schweiz. Vergr. 80.

Man unterscheidet: *Kalkmergel*, mit vorwiegendem Kalkgehalt (bis 75 %), grau oder graugelb, plattig (manche *Pläner*) oder schieferig (*Mergelschiefer*); *Dolomitmergel*, dem vorigen äußerlich ähnlich; *Tonmergel*, mit einem bis 80 % steigenden Tongehalt; *Sandmergel*, mit reichlicher Menge Quarzkörnchen; *Glimmermergel* (hierher der *Schlier*, ein glimmerig-sandiger Mergel des Wiener Beckens); *bituminösen Mergel*, dunkelgrau, schwarzbraun bis sammetschwarz; schieferige, bitumenreiche Gesteine dieser Art sind die *Brandschiefer* und der *Kupferschiefer*; Glau-

konitmergel, kalkreich, mit Glaukonitkörnchen durchsät; Gipsmergel, mit Schnüren von Fasergips.

Die chemische Zusammensetzung schwankt je nach der Mengung des Gesteins:

	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Ton	Al_2O_3	Fe_2O_3	H_2O	
1.	74,07	0,25	21,57	0,82	1,45	1,56	(99,84)
2.	14,56	19,10	59,12	3,92	3,40	—	(100,10)
3.	12,63	9,76	73,41	0,74	—	1,39	(100,38)
4.	34,47	0,88	18,22	6,34	3,00	—	(100,00)

1. Kalkmergel (Plänerkalk). Ohmgebirge (mit 0,12 K_2O).
2. Dolomitmergel. Tübingen.
3. Tonmergel. Rottelser Graben, Württemberg (mit 2,01 FeO und 0,44 Mn_2O_3).
4. Brandschiefer. Boll, Württemberg (mit 0,82 FeO, 36,27 organ. Substanz).

Die Mergel sind bald marine, bald Süßwasserbildungen. Sie fehlen den älteren Formationen nicht ganz (im Silur von Kristiania; im Devon der Eifel und Rußlands; im Zechstein Thüringens), erlangen aber erst in den jüngeren weite Verbreitung, im Buntsandstein, Muschelkalk, besonders im Keuper, Lias, in der Kreide und im Tertiär.

TONGESTEINE.

Das Material der Tongesteine ist wasserhaltiges Aluminiumsilikat, zu welchem meist verschiedenartige Beimengungen kommen. Es stammt aus der Verwitterung Al_2O_3-haltiger Gesteinsgemengteile, besonders der Feldspate, aber auch der Glimmer, gewisser Hornblenden und Augite. Die Tongesteine umfassen lose und verfestigte Massen.

Lose Tongesteine.

a) Kaolin: Aus winzigen, sechsseitigen, farblosen Täfelchen bestehend. Er ist gewöhnlich aus Granit, Gneis, Porphyr (oder Pechstein) entstanden; die bei der Zersetzung der Feldspate freigewordene Kieselsäure bildet mitunter Konkretionen von Opal, Chalcedon oder Hornstein. — Im Granit von Karlsbald, Aue im Erzgebirge, Limoges, Cornwall; im Quarzporphyr von Halle, Altenburg, Meißen (hier auch aus Pechstein); im Gneis Brasiliens.

b) Ton, grau, durch Karbonate, Quarzsand, Glimmerblättchen, Kohle verunreinigt; man spricht von Töpferton (mit feinstem Quarzsand gemengt), Glimmerton, bituminösem Ton, Salzton (oft von Fasergips und Anhydrit durchzogen), Alaunton (von staubartig feinem Eisenkies durchsetzt), eisenschüssigem Ton; an diesen schließt sich der Lehm, gelb bis braun, reich an Quarzsand, Brauneisen, oft mit Glimmerschuppen und kalkhaltig.

c) Löß, lichtgelblich, lehmartig, hauptsächlich aus gleichgroßen, winzigen Quarzkörnchen (0,03—0,04 mm), Kalkkarbonat, Eisenhydroxyd und wenig Ton bestehend, ungeschichtet, häufig von Wurzelröhrchen durchzogen. Der meiste Löß verdankt seine Entstehung Staubstürmen; selten ist er eine glazial-fluviatile Bildung.

Gleichfalls vom Winde herbeigeführt ist der Kryokonit, ein feiner Staub, welchen Nordenskjöld auf grönländischem Eise sammelte; er besteht hauptsächlich aus Feldspaten, Quarz, Glimmer, grüner Hornblende, etwas Granat, Titanit, Epidot, rhombischem Pyroxen, Zirkon, Magnetit, ganz vereinzeltem Augit, Sillimanit und kleinen, teils opaken, teils pelluziden Chondren; gediegen Eisen und Glassplitter fehlen. Es handelt sich nicht um kosmischen oder vulkanischen Staub, sondern um das Ausblasungsprodukt von Moränendetritus. — Afrikanischer Wüstenstaub wird gelegentlich bis über Mitteleuropa hinaus getragen.

d) Walkerde, grünlichgrau bis ölgrün, auch gelblich bis bräunlich, sehr weich, tonartig, wird beim Streichen mit dem Fingernagel glänzend. Sie ist ein Zersetzungsprodukt basischer Gesteine; Roßwein in Sachsen (aus Gabbro); Nimptsch und Riegelsdorf in Schlesien; Cilli in Steiermark.

e) Tonige Meeresabsätze. In der Flachsee bildet sich jenseits des Sandgürtels der Kontinentalschlamm, welcher aus feinzerriebenem terrigenem Material, namentlich Ton, zahlreichen Mineralsplittern von 0,06—0,3 mm Durchmesser (vorwiegend Quarz) besteht und kalkige oder organische Beimengungen enthält. Er ist an Flachküsten und in Mittelmeeren als Blauschlamm, an Felsküsten ohne große Flußmündungen als glaukonithaltiger Grünschlamm, an größeren Flußmündungen, welche Material aus Lateritgegenden ins Meer führen, als Rotschlamm ausgebildet. In der Tiefsee (unter 4100 m) ist Roter Tiefseeton vorherrschend. Er enthält Kalk (1—2% in großen, bis 20% in geringeren Tiefen), vulkanische Glassplitter, Eruptivgesteinsmineralien (Sanidin, Plagioklas, Pyroxen, Hornblende), oft auch Manganknollen. Roter Ton bedeckt über $^1/_4$ der Erdoberfläche und hat sein Hauptverbreitungsgebiet im Großen Ozean

Folgende Analysen mögen die chemische Zusammensetzung einiger losen Tongesteine zeigen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	46,53	39,47	—	—	—	—	—	13,97	(100,28)
2.	68,28	20,00	1,78	0,52	0,61	—	2,35	6,39	(99,93)
3.	49,37	30,10	3,89	0,01	0,38	—	—	16,24	(100,00)
4.	69,26	17,59	5,21	0,78	0,36	0,63	1,69	4,93	(100,45)

1. Kaolin. Aue im Erzgebirge (mit 0,31 $CaCO_3$).
2. Ton. Grenzhausen in Nassau.
3. „ Klingenberg bei Aschaffenburg (mit 0,01 MnO).
4. Lehm. Ramersdorf bei München.

Verfestigte Tongesteine.

a) **Schiefertone** sind von den folgenden Tonschiefern hauptsächlich durch größere Weichheit und geringeren Grad von Schieferung unterschieden; Transversalschieferung fehlt, und Rutilnädelchen sind viel spärlicher. Die Gesteine sind meist grau, seltener schwarz. Nach den Beimengungen spricht man von sandigem, bituminösem Schieferton und von Kohleschiefer; sehr tonreiche, rote oder bunte Arten heißen **Schieferletten**.

Schiefertone sind verbreitet im Karbon (oft reich an Pflanzenresten), im Buntsandstein und Keuper, im Lias, im Tertiär (Braunkohlenformation).

b) **Tonschiefer** sind dünnschieferige, dunkle, bläulichgraue, durch Chlorit grünlich, durch Eisenoxyd rötlich bis violett, durch Eisenhydroxyd bräunlich oder durch Kohlesubstanz schwarz gefärbte Gesteine von geringer Härte, wenig schimmernden Schichtflächen und mattem Querbruche, anscheinend homogen. Sie bestehen wesentlich aus kleinen Quarzkörnchen oder flach linsenförmigen Aggregaten solcher, einem farblosen bis grünlichen, serizitischen Glimmer, etwas chloritischer Substanz und Ton; außerdem findet sich Rutil in zahllosen winzigen Nädelchen, wenig Turmalin, Eisenglanz, Pyrit, Calcit, manchmal kohlige Substanz.

Als **Dachschiefer** bezeichnet man ebenschieferige, als **Tafelschiefer** ebensolche kohleführende Arten; **Griffelschiefer** spalten durch zwei sich kreuzende Ablösungsrichtungen in Stengel; **Zeichenschiefer** sind kohlereich, mild, sehr feinerdig, **Wetzschiefer** quarzreich, meist hellfarbig.

Die ausgezeichnete Schieferung ist fast immer Transversalschieferung. — Übergänge bestehen einerseits in Schieferton, anderseits in Phyllit.

Tonschiefer sind hauptsächlich in den paläozoischen Formationen bis zum Kulm verbreitet; in jüngeren Schichten scheinen sie an starke Faltungen gebunden zu sein, wie in den kleinen Karpathen und im Dauphiné (Jura), in Venezuela (Kreide), in Glarus (Tertiär).

Alaunschiefer sind reich an Kohle und Pyrit (oder Markasit), bei dessen Verwitterung Eisenvitriol und Alaun entstehen; auf Kluftflächen sitzen bisweilen anthrazitische Häute. Sie bilden untergeordnete Einlagerungen besonders in paläozoischen Schichten: Vogtland, Harz, Böhmen, Skandinavien, Pyrenäen.

Die **chemische Zusammensetzung** verfestigter Tongesteine schwankt je nach Art der Beimengungen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	47,40	36,10	0,40	—	0,64	0,36	0,15	0,17	13,68	(99,96)
2.	67,56	12,23	2,87	6,99	3,03	0,27	1,28	1,76	1,00	(100,10)
3.	62,02	20,38	6,76		1,22	0,66	1,13	2,97	4,38	(99,52)
4.	53,32	17,32	18,58		2,86	1,53	0,54	2,45	3,44	(100,04)
5.	50,01	34,74	—	3,73	0,87	—	0,04	7,21	3,27	(99,87)
6.	54,27	11,20	6,54		1,46	8,74	1,69	2,83	2,93	(99,74)
7.	51,66	24,50	14,50	—	1,86	0,67	0,64	2,28	4,56	(100,67)
8.	59,86	15,89	—	—	1,68	0,99	3,72		6,90	(99,01)

1. Schieferton (Karbon). Grube Nordfeld, Zweibrücken (mit 0,96 TiO_2).
2. Tonschiefer (Devon). Caub am Rhein (mit 3,11 Kohle).
3. „ (Silur). Leimitz bei Hof.
4. „ (Kulm). Bei Kronach, Fichtelgebirge.
5. „ (Devon). Bei Siegen.
6. Kalktonschiefer. Lauenstein, Fichtelgebirge (mit 0,15 MnO, 9,93 CO_2).
7. Wetzschiefer. Steinach, Fichtelgebirge.
8. Alaunschiefer. Insel Bornholm (mit 8,65 Kohle, 0,82 S, 0,50 Fe).

EISENGESTEINE.

Brauneisenstein (Limonit), braun bis schwarzbraun, mit braunem Strich; H. 5—5,5; spez. Gew. 3,4—3,95; faserig, dicht, erdig-ockerig oder tonig, öfter ein Umwandlungsprodukt von Eisenspat oder Roteisenstein, auch von Pyrit. Stock-, gang- und lagerförmig, gern mit Kalkstein verknüpft, im Erz- und Fichtelgebirge, in Kärnten, im Ural; im Devon des Harzes, des Vogtlandes, Westfalens, des Siegener Landes, des Hunsrücks und der Pyrenäen; im Karbon von Belgien, Rußland und Nordamerika; im Jura Oberschlesiens und der Karpathen; in der Kreide von Norddeutschland und von Amberg. Raseneisenstein (Wiesen-, Sumpf-, Morast-, Seeerz), dunkelbraun bis schwarz schwammartig porös, durch Sand, Ton, Kalk, Phosphorsäure und organische Substanz verunreinigt, wurde und wird noch in stagnierenden Gewässern abgeschieden; reichlich in der nordeuropäischen Niederung.

Eisenoolith, dunkelbraun oder dunkelrot, aus rundlichen oder platten, konzentrisch-schaligen Braun- oder Roteisenerzkörnchen bestehend, die allein oder mit geringer sandig-kalkiger, mergeliger oder toniger Bindemasse das Gestein bilden. Organische Reste sind nicht selten: durch Ätzen mit HCl werden manchmal Bryozoenskelette u. dgl. freigelegt. Die Oolithe bilden Lager im böhmischen Silur, im Eifeler Devon, besonders aber im Jura, so im Lias Braunschweigs, im Dogger von Württemberg, Luxemburg, Lothringen, England, Rußland; in der französischen Kreide. Bohnerz, tertiäre Quellenabsätze aus erbsen- bis bohnengroßen, konzentrisch-schaligen Brauneisenkugeln, oft durch eisenschüssigen Ton oder Quarzsand verbunden, liegen besonders in Mulden und sonstigen Vertiefungen des Malms im südwestlichen Deutschland, der nordwestlichen Schweiz und Ostfrankreichs.

Roteisenstein, blutrot bis bräunlichrot, seltener dunkel stahlgrau; Strich blutrot. H. 5,5—6,5; spez. Gew. 5,2; faserig, dicht oder erdig, bisweilen mit toniger Substanz verunreinigt.

Bildet stockartige Massen, Gänge und Lager: Im Glimmerschiefer von Oberschlesien, Ungarn, der spanischen Provinz Sevilla; auf Elba (Eisenglanz z. T.); in Nordamerika (am Oberen See aus Spateisenstein entstanden); in paläozoischen Schichten von Westfalen, Nassau, dem Harz (in Verbindung mit Diabas und verwandten Gesteinen), Saarbrücken, England.

Lose Magnetitmassen bilden den Magneteisensand, ein Anreicherungsprodukt bei der Zerstörung und Aufschlämmung magnetitreicher Gesteine; die Herkunft verratend finden sich in ihm außer titanhaltigem Magneteisen oft Augit, Olivin, Melanit, Glimmer, auch Bröckchen von Basalt, Bimsstein, Trachyt, sowie eingeschwemmter Quarz, Zirkon, Spinell, selten Gold und Platin.

Der Sand bildet wenig mächtige Ablagerungen von geringer Ausdehnung: Neapel (besonders bei Torre del Greco), Catania; an der Ostseeküste (Travemünde, Warnemünde, Misdroy, Zinnowitz), der Küste von Cornwall, Ceylon, Brasilien, Neuseeland, Kanada und dem östlichen Nordamerika; an Seeufern, z. B. am Mügelsee bei Berlin, Schweriner, Goldberger und Tollensee in Mecklenburg, Laacher See, Plattensee, Kaspisee; am Donauufer bei Visegrad in Ungarn.

Spateisenstein; grob- bis feinkörnige Aggregate von Eisenspat, frisch gelblichweiß, wird an der Luft braun, bei Mangangehalt schwarz. Eisenkies, Eisenglanz, Kupferkies sind bisweilen akzessorisch. Das Gestein wandelt sich in Brauneisen um.

Es findet sich u. a. im Glimmerschiefer Kärntens (mit Kalkstein verbunden); im Silur bei Eisenerz in Steiermark; im Devon bei Siegen in Westfalen; im Zechsteindolomit bei Liebenstein und Schmalkalden am Thüringerwalde.

Mit Ton gemengt bildet Eisenspat feinkörnige bis dichte, manchmal manganreiche Nieren, den tonigen Sphärosiderit; die Knollen liegen gehäuft im Schieferton des Karbon und Rotliegenden (Saar-Nahegebiet, Zwickau, Frankreich, England), seltener in der Braunkohlenformation (Bonn). — Kohleneisenstein ist ein dichtes oder fast dichtes Gemenge von Eisenspat und 10—25 % Kohle, verunreinigt durch Ton, Mergel oder Sand (westfälisches und englisches Steinkohlengebiet).

Die chemische Zusammensetzung einiger Eisengesteine ist aus folgenden Analysen ersichtlich:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	CO_2	H_2O	
1.	7,00	—	67,46	—	3,19	—	0,90	—	17,00	(99,29)
2.	9,9	5,5	60,6	—	—	0,5	6,2	4,9	10,1	(99,6)
3.	13,04	5,88	70,46	—	—	—	—	—	11,12	(100,50)
4.	—	—	—	54,93	1,54	0,45	3,08	37,40	—	(98,94)
5.	1,92	0,52	7,77	—	—	0,13	0,14	—	3,01	(99,69)

1. Raseneisenstein. Auer bei Moritzburg, Sachsen (mit 0,67 P_2O_5, 3,07 SO_3).
2. Eisenoolith. Luxemburg (mit 1,8 P_2O_5, 1,1 SO_3).
3. Bohnerz. Kandern, Baden.
4. Spateisenstein. Eulenlohe bei Wunsiedel, Fichtelgebirge (mit 1,54 Unlöslichem).
5. Kohleneisenstein. Bochum (mit 69,99 $FeCO_3$, 0,78 $MnCO_3$, 3,67 $MgCO_3$, 11,76 C).

III. METAMORPHE GESTEINE.

Nach petrographischem Sprachgebrauch versteht man unter Metamorphose nicht jede Umwandlung eines Gesteins (z. B. nicht die durch Verwitterung hervorgerufene), sondern die durch hohe Temperatur oder Druck oder beide bewirkte Umwandlung, bei welcher fast immer auch eine Durchdringung durch Gase oder wässerige oder schmelzflüssige Lösungen stattfindet. Derartige Umbildungen sind z. T. an den Umkreis von Eruptivmassen gebunden, von welchen die hohe Temperatur und die mehr oder weniger reichliche Durchtränkung mit Gasen oder Schmelzfluß ausgeht; das ist die Kontaktmetamorphose, welche Kontaktgesteine liefert. Andere Umwandlungen, bei denen Druck die Hauptrolle spielt, und hohe Temperatur als Funktion der geothermischen Tiefenstufe, unabhängig von Eruptionsvorgängen, hinzutritt, sind über weite Areale verbreitet; aus dieser Regionalmetamorphose gehen die kristallinen Schiefer hervor.

A. KONTAKTGESTEINE.

Die Umwandlungen, welche Eruptivgesteine auf das durchbrochene Nebengestein und auf Einschlüsse ausüben, fallen verschieden aus, je nachdem sie von einem Ergußgestein oder von einem Tiefengestein ausgehen. Bei Ergußgesteinen ist hauptsächlich die hohe Temperatur wirksam, nicht oder nur in sehr geringem Grade die Durchtränkung mit den vom Magma abgegebenen Gasen, die in die Luft entweichen; diese kaustische Kontaktmetamorphose besteht daher wesentlich aus Glutwirkungen. Bei Tiefengesteinen dagegen sind es neben hoher Temperatur ganz besonders die vom erstarrenden Magma abgestoßenen Gase, welche das Nebengestein durchdringen müssen und seiner Umwandlung durch Mineralneubildungen ein charakteristisches Gepräge geben. Sofern hierbei hauptsächlich bor- und fluorhaltige Gase in Frage kommen, spricht man von pneumatolytischer Kontaktmetamorphose; wenn es sich wesentlich um Wasserdampf handelt, von hydatothermischer Kontaktmetamorphose.

1. KAUSTISCHE KONTAKTGESTEINE.

Kaustische Kontaktwirkungen, wie Brennung von Schieferton, Frittung oder Verglasung von Sandstein und Mergel, teilweise Einschmelzung von Granit und Gneis, Marmorisierung von Kalkstein, Verkokung von Kohle sind durch die verschiedensten Ergußgesteine hervorgebracht worden. Die Kontaktprodukte erlangen aber nur selten größere räumliche Ausdehnung und geologische Selbständigkeit. Sie sind besonders reichlich bei Basalten bekannt und mögen auf Seite 71 nachgesehen werden.

2. PNEUMATOLYTISCHE KONTAKTGESTEINE.

Je nachdem Bor- oder Fluorgase ausgehaucht werden und auf Al- oder Ca-reiche Gesteine treffen, bilden sich verschiedene pneumatolytische Kontaktmineralien. So entsteht durch Einwirkung von Borverbindungen auf Al-reiche Gesteine Turmalin ($R_9 Al_3 [B \cdot OH]_2 Si_4 O_{19}$), auf Ca-reiche Massen Datolith ($HCaBSiO_5$), auf Ca- und Al-haltige Felsarten Axinit ($Ca_7 Al_4 B_2 Si_8 O_{32}$). Fluorgase liefern in Al-reichen Nebengesteinen Topas ($Al_2 [F \cdot OH]_2 SiO_4$), mit Ca Flußspat ($CaF_2$). Außerdem bilden sich bisweilen Zinnstein, Wolframit, Zinnwaldit, Fluorapatit. Pneumatolytische Wirkungen gehen vorwiegend von Graniten mit Lithiumglimmer, selten von gabbroiden Magmen aus.



Abb. 57. Turmalinquarzit. Cornwall. Vergr. 40.

1. Turmalinisierung liefert z. B. Turmalinschiefer (Auersberg bei Eibenstock) und Turmalinquarzit (Cornwall, Abb. 57). 2. Topasierung ist am Schneckenstein im sächsischen Vogtlande und dem benachbarten Saubachtale zu studieren. An ersterem Orte sind die Bruchstücke eines turmalinführenden Quarzitschiefers durch neugebildeten Quarz und weingelben Topas verkittet, an letzterer Fundstelle in einem Quarzporphyr besonders die Feldspate durch Topas ersetzt. 3. Eine Erfüllung des Gesteins mit Flußspat (Fluoritisierung) wurde z. B. an Glimmerschiefer- und Amphibolit-einschlüssen im Greifensteingranit (Sachsen) beobachtet. 4. Axinitisierung lieferte aus pyrenäischem Kalkstein Limurit (Axinit, Quarz, Calcit, Augit, Hornblende, Titanit, Eisenerze). 5. Als seltene Bei-

spiele für Datolithisierung kennt man Granat-Datolithhornfels aus dem Kontakte des Granits von Dartmor Forest (Devonshire) mit Kalkstein und Datolithhornfels mit Quarz, wenig Feldspat und chloritischer Substanz aus dem Kontakte zwischen Diabas und Graptolithenschiefer von Lischtitz bei Beraun in Böhmen.

Bor- und fluorhaltige Gase wirken bisweilen auch auf die äußere, bereits erstarrte Partie des Granits ein. So entsteht bei der Verdrängung des Feldspates durch Quarz der Greisen, der gewöhnlich grauen oder grünlichen, lithiumhaltigen Glimmer und akzessorisch Topas, Flußspat, Fluorapatit, Zinnstein, Turmalin u. dgl. führt (Geyer, Altenberg, Zinnwald im Erzgebirge). Im Luxullianit (Cornwall) ist Quarz, Glimmer und z. T. Feldspat des Granits durch Turmalin ersetzt, im Turmalinquarzit Feldspat und Glimmer zur Turmalinbildung verbraucht.

3. HYDATOTHERMISCHE KONTAKTGESTEINE.

Die hydatothermische Kontaktmetamorphose verläuft unabhängig von der Art des Tiefengesteins. Sie bewirkt eine Umkristallisierung unter Herausbildung neuer Mineralien und einer neuen Struktur, ohne daß hierbei die chemische Zusammensetzung nennenswerte Veränderungen erlitte. Der vorhandene chemische Bestand wird umgearbeitet. So entsteht z. B. in tonreichen Gesteinen Andalusit oder Sillimanit, bei gleichzeitigem Alkaligehalt Muscovit oder Feldspat, bei Anwesenheit von Mg und Fe Cordierit oder Biotit, in kalkreichen Gesteinen je nach Art der Beimengungen eine Reihe kalkhaltiger Silikate (s. S. 153). Die Struktur erhält ihr eigentümliches Gepräge durch das gleichzeitige Wachsen der Gemengteile, welches sich in der Pflasterstruktur und gegenseitigem Umschließen ausspricht; dieses führt bis zu schwammartigem Bau der Mineralien (Siebstruktur). Wenn auch dabei manche Gemengteile ihre Kristallform besser zur Geltung bringen als andere, so deutet dies wegen der Einschlüsse nicht auf eine Ausscheidungsfolge. Nach abnehmendem Kristallisationsvermögen ergibt sich für die wichtigsten Gemengteile folgende kristalloblastische Reihe: Eisenerze, Zirkon; Andalusit, Sillimanit; Granat; Muscovit, Biotit, Cordierit, Feldspat; Quarz.

1. Aus Tonschiefer entstehen in der äußersten Zone des Kontakthofes Fleck- und Knotenschiefer mit unveränderter Schiefermasse; die schon mit bloßem Auge erkennbaren dunklen Flecke erweisen sich im Dünnschliffe lediglich als Anreicherungen des sonst gleichmäßig verteilten Pigments (Kohle, Eisenerze, Chlorit-

schüppchen). Selten tritt hier schon vereinzelt Andalusit (Chiastolith) auf. In der folgenden Zone der Knoten- oder Fruchtschiefer mit kristalliner Schiefermasse sind die Knoten häufiger, bisweilen dicht gedrängt; das Gestein gewinnt Seidenglanz und gröberes Korn infolge Neubildung von Quarz, Biotit und Muscovit (selten Feldspat); aus Chlorit wird Biotit; bisweilen erscheinen Andalusit, Turmalinsäulchen, selten Staurolith und Spinelle; die Knoten sind umgewandelte Cordierite, welche oft noch Drillingsverwachsung zeigen; selten bestehen sie aus Haufwerken von Albit oder Pigment. Die Schieferung des Gesteins bleibt erhalten. In einer dritten innersten Zone werden die Gesteine entweder noch glimmerschieferähnlicher durch vermehrte Bildung von Biotit und Muscovit bei reichlichem Andalusit, Cordierit, Staurolith, Turmalin (Andalusit-Glimmerschiefer u. dgl., Abb. 58), oder es entsteht unter Verlust der Schieferung ein zäher, dunkler Hornfels (Cornubianit), häufig mit charakteristischem bläulichem Schimmer infolge des Cordieritgehalts. Außer Quarz und Biotit (auch Muscovit) enthält er gewöhnlich Andalusit in Säulchen oder divergentstrahligen Körnerreihen (Abb. 59), Cordierit als unregelmäßige, reichlich mit dunkeln Partikeln durchsetzte Individuen, vereinzelt kleine Turmaline, bisweilen Granat, Feldspat, Spinelle, selten Amphibol und Pyroxen.


Abb. 58. Andalusit-Glimmerschiefer. Graslitz, Erzgebirge.
Andalusit, Biotit, Muscovit, Quarz. — Vergr. 20.


Abb. 59. Andalusit-Cordierit-Hornfels.
Hohwald, Vogesen. — Vergr. 30.

Beispiele solcher Kontakthöfe liefern das Erzgebirge (Kirchberg), Thüringen (Hennberg bei Weitisberga), Harz, Fichtelgebirge (Gefrees), Vogesen (Barr-Andlau-Hohwald), Markersbach im sächsischen Elbtale u. v. a.

2. Bei Phyllit verläuft die Metamorphose wesentlich wie bei Tonschiefer; so mehrfach im Erzgebirge (Kirchberg, Lauterbach, Aue, Eibenstock), Gefrees.

3. Grauwacke und Grauwackeschiefer werden zu Fleck- und Knotengrauwacke und zu (oft feldspatreichem) Quarz-Glimmerfels mit Muscovit, Biotit, Cordierit, z. T. auch noch mit Sillimanit und Turmalin, oder zu Quarz-Epidotfels; die Makrostruktur wechselt von gneisartig flaseriger bis zu hornfelsartig dichter; der Dünnschliff zeigt meist Pflasterbau (Abb. 60). Nordsachsen; Harz.

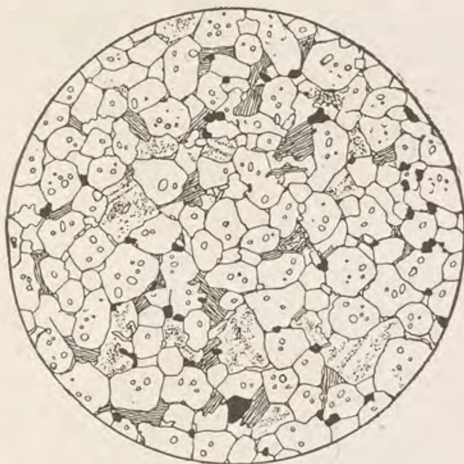


Abb. 60. Pflasterstruktur in kontaktmetamorpher Grauwacke. Einschlüsse in Granitporphyr von Beucha bei Leipzig. — Vergr. 20.

4. Sandsteine werden im Morbihan in der äußersten Zone zu Biotitquarzit, in einer zweiten zu Sillimanit-Biotitquarzit, in der innersten zu Feldspat-Biotitquarzit. Aus Kulmsandstein in der Nähe des Hennberges entstehen helle Quarzite, weiter quarzreiche Andalusit-Muscovitgesteine oder biotitreiche, hornfelsartige Massen mit größeren Plagioklasen. — Quarzitschiefer gehen bald unverändert bis an den Granit heran, bald liefern sie hornfelsartige, bräunliche Gesteine aus Quarz, Plagioklas und Biotit mit akzessorischem Muscovit, Apatit und Turmalin. — Aus Kieselschiefer entsteht Graphitquarzit (Abb. 61) oder Chiastolithschiefer (Abb. 62), auch heller, zuckerkörniger Quarzit mit vereinzeltem Turmalin und Biotit (am Brockengranit); Chiastolithschiefer entstehen auch aus Alaunschiefer.

5. Dichte Kalksteine ergeben, wenn sie rein sind, weißen Marmor; in unreinen, kieselig-tonigen bilden sich Granat, Vesuvian, Gehlenit, Malakolith, Strahlstein, Tremolit, Wollastonit, Epidot, Skapolith, auch Plagioklas und Quarz; diese Mineralien können den ur-

sprünglichen Kalkstein ganz ersetzen und Kalksilikatfelse bzw. -hornfelse bilden (Pyrenäen; Predazzo; Kristianiagebiet, am Ramberg im Harz; Miltitz und Berggießhübel in Sachsen u. a. O.).

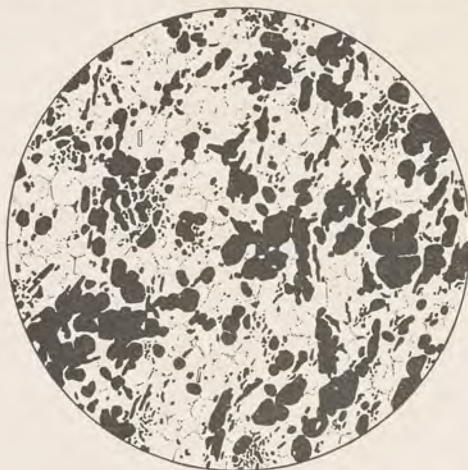


Abb. 61. Graphitquarzit. Röhrsdorf, Sachsen. Quarz und Graphit. — Vergr. 20.

6. Diabastuffe werden zu Hornblendeschiefer aus verfilzten Strahlsteinnädelchen, Magnetit, klarem Plagioklas und wenig Biotit (Berggießhübel und Miltitz), oder zu gebändertem Epidot-Hornblendeschiefer oder Augit-Hornblendeschiefer oder Skapolith-Augitschiefer (Ölsnitz-Bergen im Vogtlande; Neustädtel bei Schneeberg). Hornblendegesteine gehen auch aus Diabasen hervor.



Abb. 62. Chiastolithschiefer. Leckwitz bei Riesa, Sachsen. Chiastolith, Quarz, anthrazitische Substanz. — Vergr. 20.

7. Kristalline Schiefer (mit Ausnahme der Phyllite) und gröber klastische Gesteine unterliegen einer viel geringeren Umwandlung als feinklastische Massen. Chloritgneis wird zu Biotitgneis (Markersbach in Sachsen). Muscovitschiefer erhalten kleinschuppiges Gefüge und neugebildeten Biotit und Andalusit (Schwarzenberg im Erzgebirge) oder noch Sillimanit (Greifenstein im Erzgebirge).

Die Kontaktwirkungen der Diabase erinnern an die der Granite. Kalksteine werden in mineralreiche Marmore und Kalksilikathornfelse umgewandelt. Aus Schiefern entstehen gefleckte Spilosite mit grünen oder graugrünen, verwittert rostbraunen Flecken (Chloritanhäufungen); gebänderte Desmosite, bei welchen die Flecke in

Streifen verfließen; endlich kieselschieferähnlich dichte, graue oder bräunliche Adinole von flachmuscheligem Bruche. Alle drei sind quarz- und albitreich; dazu enthalten Spilosit und Desmosit noch Glimmer (Muscovit, Sericit), Chlorit, oft Rutil, zurücktretend Strahlstein, körneligen Titanit, Karbonate, Brauneisen; die Adinole sind nicht selten von gröberkörnigen Quarz-Albittrümern durchzogen. Harz, Saargegend, Fichtelgebirge, Vogtland. — Die chemische Zusammensetzung dieser Kontaktprodukte ist (im Gegensatz zu den granitischen) eine andere als die des ursprünglichen Gesteins.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	54,02	21,22	2,51	6,48	3,01	1,64	3,36	3,71	1,97	(99,66)
2.	55,06	19,75	1,83	7,55	2,21	3,59	7,51	0,84	1,83	(100,17)
3.	72,63	15,81	—	0,74	1,21	1,02	8,33	0,75	0,61	(101,10)

1. Spilosit (gefleckt). Heinrichsburg bei Mägdesprung, Harz (mit 1,74 MnO).
2. Desmosit (gebändert). Heinrichsburg bei Mägdesprung, Harz.
3. Adinole (hälleflintartig). Heinrichsburg bei Mägdesprung, Harz.

Anderorts (oberes Ruhrtal, Lahngegend, Südafrika) sind keine Spilosite, Desmosite und Adinole entstanden, sondern Hornfelse und Hornschiefer aus Albit, Quarz, Glimmer und Chlorit. — Seltener wird von kaustischen Kontaktwirkungen berichtet: porzellanjaspisähnliche Massen aus Grauwacke, Sandstein, Tonschiefer; Verkokung und prismatische Absonderung von Steinkohle (Nassau; England; Frankreich).

B. KRISTALLINE SCHIEFER.

Druck und Temperatur sind die Hauptfaktoren bei der Umwandlung von Eruptivgesteinen und Sedimenten zu kristallinen Schiefern, die in verschiedener Tiefe abweichende Produkte ergibt. Nach Grubenmann (Die kristallinen Schiefer. 2. Aufl. Berlin 1910) unterscheidet man drei Tiefenstufen mit Übergängen.

1. In der oberen Stufe herrscht bei geringer Temperatur einseitiger Druck (Streß) vor. Er bewirkt, weil ein Ausweichen leicht möglich ist, besonders mechanische Umformung, die nach oben in rein kataklastischen Wirkungen ausklingt. Von Neubildungen sind hydroxylhaltige Mineralien: Sericit, Chlorit, Talk, Antigorit, Epidot, Zoisit charakteristisch. Die Gesteine sind vorwiegend dünnschieferig.

2. In der mittleren Stufe sind Temperatur und Druck hoch. Kataklastische Erscheinungen treten stark zurück, weil die Möglichkeit seitlichen Ausweichens der Gesteine gering ist. Dafür treten

chemische Umwandlungen ein, welche Mineralien mit kleinem Molekularvolumen[1]) entstehen lassen.

Al_2SiO_5 z. B. kommt im Mineralreiche als Andalusit oder Sillimanit oder Disthen vor. Bei der Berechnung der Molekularvolumina ergibt sich

	Molekulargewicht:	spez. Gew. =	Mol.-Volumen
Andalusit	162,6	3,16	51,45
Sillimanit	„	3,24	50,18
Cyanit	„	3,66	44,43

Andalusit bildet sich in Kontaktgesteinen, Cyanit mit dem kleinen Molekularvolumen in kristallinen Schiefern, Sillimanit in beiden.

Außer diesem beobachteten Molekularvolumen läßt sich ein sogen. berechnetes ermitteln, indem man das Mineral in Komponenten zerlegt, deren Molekularvolumina sucht und addiert.

Al_2SiO_5 z. B. läßt sich zerlegen in Al_2O_3 (Korund) und SiO_2 (Quarz). Als Molekularvolumen erhält man für Korund 102,2 : 3,95 = 25,87, für Quarz 60,4 : 2,65 = 22,79, zusammen 48,66. Das beobachtete Mol.-Volumen ist für Cyanit kleiner, für Andalusit und Sillimanit größer als das berechnete; Cyanit erhält —, Andalusit und Sillimanit + als Vorzeichen. Minusmineralien sind in kristallinen Schiefern verbreitet.

Die Bestimmung des Charakters (+ oder —) wird indes in manchen Fällen unsicher, wenn mehrere Arten der Zerlegung oder mehrere Mineralien als Vertreter einer Komponente (z. B. für TiO_2, auch für SiO_2) möglich sind. Man möge für Titanit das beobachtete mit dem aus Perowskit + Quarz, dann mit dem aus Wollastonit + Rutil berechneten vergleichen.

Die Regel, daß unter Druck Verbindungen mit kleinem Molekularvolumen entstehen (das Volumgesetz), gilt nicht nur für heteromorphe Mineralien, sondern auch für Mineralkombinationen. Man hat zahlreiche Gleichungen wie etwa die folgende aufgestellt:

Augit + Anorthit		gibt	Granat + Quarz	
$CaMgSi_2O_6$	68,0		$Ca_2MgAl_2Si_3O_{12}$ . .	123,0
$CaAl_2Si_2O_8$	101,1		SiO_2	22,8
	169,1			145,8

Für die mittlere Stufe sind bezeichnend Staurolith, Hornblende, Muscovit, Granat, Cyanit. Die Parallelstruktur wird wesentlich durch Kristallisationsschieferung bedingt, d. i. durch ein senkrecht zum Druck stärker als in der Druckrichtung erfolgendes Wachstum der Gemengteile.

3. In der unteren Stufe ist hohe Temperatur und allseitiger Druck wirksam. Bezeichnende Gemengteile sind Pyroxen, Olivin, Cordierit, Orthoklas, Almandin. Kataklaserscheinungen fehlen, Kristallisationsschieferung tritt zurück, die Struktur nähert sich der richtungslos-körnigen.

---

1) $\text{Molekularvolumen} = \frac{\text{Molekulargewicht.}}{\text{spezif. Gewicht.}}$

Mullite $3Al_2O_3$ $2SiO_2$ Sp Gr   Mol Vol

$3Al_2O_3$ $2SiO_2$ = 123.2

In ihrer Gesamtheit sind die kristallinen Schiefer wegen des gleichzeitigen Wachstums der Gemengteile durch kristalloblastische Struktur ausgezeichnet, welche der der Kontaktgesteine gleichsteht. Wie dort, so fehlt auch hier trotz verschiedenen Automorphiegrades der Gemengteile eine Ausscheidungsfolge. Die kristalloblastische Reihe lautet hier: 1. Eisenerze, Rutil, Titanit; Granat, Turmalin, Staurolith; Cyanit. 2. Epidot, Zoisit. 3. Hornblende, Pyroxen. 4. Breunnerit, Dolomit, Albit. 5. Glimmer, Chlorit, Talk. 6. Calcit. 7. Quarz, Plagioklase. 8. Kalifeldspate.

Bei annähernd gleicher Korngröße der Gemengteile ist die Struktur homöoblastisch, und zwar granoblastisch bei körnigen, lepidoblastisch bei schuppigen, nematoblastisch bei faserigen Mineralien. Heteroblastische (porphyroblastische) Struktur kommt durch ungleiche Größe der Gemengteile zustande. Der poikilitischen Struktur der Eruptivgesteine entspricht bei kristallinen Schiefern die poikiloblastische, der myrmekitischen und mikropegmatitischen die diablastische Struktur.

Der Umwandlung in kristalline Schiefer unterliegen Eruptivgesteine und Sedimente. Man bezeichnet die aus Eruptivgesteinen entstandenen kristallinen Schiefer als Orthogesteine (z. B. Orthogneis, Orthoamphibolit), die aus Sedimenten hervorgegangenen als Paragesteine (z. B. Paragneis, Paraamphibolschiefer u. dgl.). Zur Unterscheidung beider Gruppen dienen folgende Merkmale:

a) Die chemische Zusammensetzung bleibt in mittleren und großen Tiefen im wesentlichen erhalten. Man kann daher vielfach nicht nur Eruptivnatur oder sedimentären Charakter im allgemeinen erkennen, sondern auch Familie und Art herauslesen (z. B. Granit, Diorit, Gabbro, Peridotit; Kieselgesteine, Tongesteine, Kalkgesteine). Indessen können auch Sedimente die Zusammensetzung von Eruptivgesteinen zeigen (Tuffe, Arkose); Injektionsvorgänge verwischen das chemische Bild, und im oberen Niveau kommen nicht selten bedeutende Verschiebungen innerhalb des chemischen Bestandes vor. Im Mineralbestande machen sich Paragesteine manchmal durch starkes Vorwiegen z. B. von Quarz oder Al-Mineralien oder Karbonaten bzw. Kalksilikaten oder Graphit u. dgl. bemerkbar.

b) Überreste, welche bei nicht vollständiger Umarbeitung eines Gesteins zurückblieben. Sie betreffen 1. die Struktur: hypidiomorph-körnig (Gneise, Amphibolite), ophitisch (Amphibolite), porphyrisch (Gneise, Sericitschiefer, Hälleflinten, Porphyroide), fluidal oder sphärolithisch (Hälleflinten, Porphyroide), konglomeratisch (Gneise),

Aschenstruktur (Hälleflinten, Porphyroide), Kreuzschichtung (Gneise, Quarzite); 2. Den Mineralbestand: bestäubte Plagioklase (Amphibolite), korrodierte Quarzeinsprenglinge (Sericitschiefer), Bronzit oder Diallag im Serpentin; 3. Akzessorische Bestandmassen: Fossilien, Gerölle, Einschlüsse, Schlieren; 4. Basische oder porphyrische Randfazies oder halbverwischten Kontakthof u. a.

Nach dem Mineralbestande ergeben sich bei den kristallinen Schiefern folgende Familien:

1. Gneise, 2. Hälleflinten, 3. Glimmerschiefer, 4. Phyllite, 5. Chloritschiefer, 6. Talkschiefer, 7. Amphibolgesteine, 8. Olivingesteine, 9. Serpentine, 10. Pyroxengesteine, 11. Karbonatgesteine, 12. Kalksilikatgesteine, 13. Quarzgesteine, 14. Smirgel.

1. GNEIS.

Gneise sind mehr oder weniger deutlich flaserig, schieferig oder lagig struierte Gesteine, die vorwiegend aus Kalifeldspat, Plagioklas und Quarz sowie Glimmer oder Hornblende bestehen, akzessorisch Apatit, Zirkon und Eisenerze führen und eine große Zahl von Übergemengteilen enthalten, deren einige, z. B. Cordierit, Graphit, Sillimanit, Eisenglimmer, Epidot, Granat, Pyroxen u. a. bei reichlichem Auftreten dem Gestein den Namen geben.

Orthoklas bildet vorwiegend Körner; gewöhnlich sind nur die größeren, augenartigen Individuen verzwillingt; an Einschlüssen können sich gelegentlich alle anderen Gemengteile des Gesteins in rundlichen Partikeln finden. Diablastische Verwachsung mit Quarz findet sich nur in geringem Umfange; Mikroklin sitzt besonders in der unteren Stufe. Plagioklas, vorwiegend Oligoklas und Andesin, selten Albit, gleicht bis auf die mangelnden Kristallumrisse dem granitischen; seine Menge wächst mit Zunehmen von Biotit und Hornblende und wird umgekehrt bei starkem Zurücktreten dieser Mineralien verschwindend klein. Farbe und Verwitterung der Feldspate sind dieselben wie im Granit. Quarz bildet Körner oder linsen- bis schmitzenförmige Körneraggregate. An Einschlüssen finden sich bald die in Granitquarzen üblichen, bald rundliche Körnchen anderer Gneisgemengteile, besonders Feldspat und Biotit. Die unregelmäßigen Schuppen des Biotits, im Schliffe braun, seltener grünlich, sind nahezu optisch einachsig, oft Lepidomelan mit Titangehalt, welcher sich bei der Verwitterung als sagenitische Rutilgitter ausscheidet. Muscovit ist gleichfalls häufig xenomorph, mit Biotit bisweilen in paralleler Stellung verwachsen; außer gewöhnlichem Muscovit mit

2 E = ca. 70° findet sich hin und wieder eine andere Art mit sehr geringem Winkel. Sericit ist auf die obere Stufe beschränkt. Hornblende, fast immer grün wie in Graniten und Dioriten, zeigt gar keine oder nur in der Prismenzone Kristallumrisse, wird aber manchmal von allerhand Einschlüssen siebartig durchbrochen. Von Pyroxenen finden sich Diopsid und Hypersthen. Sie sind für die untere Stufe charakteristisch.

Von den zahlreichen Nebengemengteilen seien genannt: Granat, rot oder rotbraun, öfter in Körnern als in Kristallen, teils Almandin, teils gemeiner Granat; namentlich größere Individuen sind von fremden Mineralien durchsetzt. Turmalin in vereinzelten oder büschelig gruppierten Säulchen, auch in Körnern, nicht selten von rundlichen Quarz- und Feldspatkörnchen durchbrochen. Sillimanit in Stengeln oder Nadelbündeln, letztere bald in gebogene Stränge geordnet, bald in Linsen zusammengedrängt. Cordierit, besonders an gelben Höfen um Zirkone und an grünlichen Umwandlungsprodukten kenntlich. Er ist an die untere Stufe gebunden; zu ihm gesellen sich gern Sillimanit und Granat. Titanit in Körnern und Kristallen sitzt besonders in Hornblendegneis. Epidot in Kriställchen und Körnern, bald gelb und lebhaft polarisierend, bald farblos mit charakteristisch blauen und zitronengelben Interferenzfarben (Klinozoisit), ist in der oberen und mittleren Stufe heimisch. Graphit bildet Blättchen oder Schüppchen, Graphitoid mehr gelockerte bis staubartig verteilte Massen. Apatit und Zirkon erscheinen wie in den Graniten, aber häufiger in gerundeten Formen. Magnetit, Pyrit, Eisenglanz und bisweilen vorhandener Andalusit, Spinell, Orthit, Korund u. a. zeigen keine Besonderheiten.

Struktur. Die makroskopische Struktur der Gneise ist flaserig, wenn Linsen und Schmitzen gewisser Gemengteile (meist Quarz, Feldspat oder beide) von wellig gebogenen dünnen Lagen anderer, z. B. Glimmer, umschmiegt werden; schieferig, wenn ebenmäßige, dünne Lagen von abweichender Mineralzusammensetzung vielfach miteinander abwechseln; bei der Lagenstruktur, die manchmal auf Injektion beruht, sind die dunklen Gemengteile wie auch die hellen lagenweise stark angereichert; stengelige Gneise zeigen besonders ihre Quarz-Feldspataggregate nach einer Richtung stark gestreckt; schuppig heißen (Glimmer-)Gneise, deren Glimmer unzusammenhängende, untereinander parallele Lamellen bildet. Augengneise führen einsprenglingsartigen Quarz, Feldspat, seltener Muscovit oder andere Mineralien, welche entweder größer ausgefallene Gesteins-

gemengteile oder Gerölle eines ursprünglichen Konglomerates und dann unregelmäßig verteilt sind. Die Gesteine sind meist flaserig gewordene porphyrische oder porphyrartige Eruptivgesteine. Richtungslos-körnige oder nur andeutungsweise flaserige „Granitgneise“ sind auf die untere Stufe beschränkt. — Die Korngröße kann recht bedeutend sein, aber auch bis zu großer Feinheit herabsinken; solche dichte Gneise sind teils dünnschieferig, fast phyllitähnlich, teils nur sehr undeutlich geschiefert, grauwackeartig. Die ersteren zeigen meist typische Hornfelsstruktur; in letzteren überwiegt klastischer Quarz und Feldspat nicht selten so stark, daß der Anblick im Mikroskope geradezu an Grauwacken mit kristallinem Bindemittel erinnert. Westliches Erzgebirge (Gegend von Annaberg, Marienberg). — Die Mikrostruktur ist vorwiegend granoblastisch mit Kristallisationsschieferung. Porphyroblastische Struktur wird meist durch größere Individuen von Feldspat oder Granat, seltener durch dicke Muscovitpacken hervorgebracht.



Abb. 63. Zweiglimmergneis, muscovitarm. Nollendorfer Höhe, Erzgebirge. — Vergr. 20.

In der oberen Stufe gewinnt Kataklasstruktur weitere Verbreitung.

Einteilung. Man unterscheidet

1. Glimmergneis, die verbreitetste Art. Sie sind ausgebildet als Biotitgneis oder Muscovitgneis oder als Zweiglimmergneis (Abb. 63). Sericitgneise enthalten Quarz, albitischen Feldspat, Sericithäute, akzessorisch außer Apatit, Zirkon und etwas Rutil bisweilen Karbonate, Turmalin, Eisenerz. Es sind Umwandlungsprodukte von Granit, Quarzporphyr, Quarzkeratophyr oder von Porphyr- und Keratophyrtuffen, stark kataklastisch und auf die obere Stufe beschränkt (Wöllsdorf bei Döbeln am sächsischen Granulitgebiete; Fichtelgebirge, Japan). Eine Abart mit Epidot oder Zoisit, gelegentlich mit Granat oder Sillimanit, ist der Protogingneis der Alpen. Sericit- und Protogingneise gehen einerseits durch weitere

Umbildung des Feldspats zu Sericit und Quarz in Sericitschiefer, anderseits in gepreßte Granite oder Porphyre über.

Kataklastische Wirkungen auf Orthoklasgesteine lassen sich an Graniten längs Druckzonen (z. B. Lausitzer Hauptverwerfung) studieren. Glimmerschuppen sind verbogen, geknickt, aufgeblättert und schließlich verrieben; Feldspate zeigen Zerbrechungen, Biegung der Zwillingslamellen und Verschiebung an Spalten; Quarz ist stark undulös, wird zerdrückt und bekommt gleich dem Feldspat randlich oder an Sprüngen feinkörnige Trümmerzonen und -bänder (Mörtelstruktur, Abb. 64). An Neubildungen entsteht aus Orthoklas ein Quarz-Sericitaggregat, aus Plagioklas ebenfalls oder Epidot bzw. Zoisit; aus Biotit scheiden sich oft sagenitische Rutilgitter ab. Die Umwandlungsprodukte und die Trümmermassen, durch den Druck zu strähnigen Lagen ausgezogen, bringen eine Flaserung oder Schieferung zuwege.



Abb. 64. Mörtelstruktur und undulöser Quarz. Gequetschter Granit vom Kreuzberg bei Georgenthal, Nordböhmen. — Vergr. 30.

Glimmergneise mit reichlicher auftretenden Nebengemengteilen sind: Graphitgneis mit teilweisem bis völligem Ersatz des Glimmers durch Graphit, der bald in derselben Verteilung auftritt, wie sonst Biotit, bald Nester oder Lagen (mit etwas Quarz, Chlorit, Turmalin, Rutil, Karbonat) bildet. Gegend von Passau in Bayern, Krumau im südlichen Böhmen; Vöttau und Vrain in Mähren; in Ober- und Niederösterreich (bei Mühldorf mit spindelförmigem Korund); im Eulengebirge; in Schweden (Westmanland), Nordschottland, Nordamerika. Eisenglimmergneis enthält schuppigen Eisenglanz (Algier). Im Chloritgneis sitzen statt oder neben Biotit kurzschuppige Aggregate von Chlorit; der Plagioklas ist oft Albit oder steht ihm nahe, Epidot bisweilen reichlich vorhanden (Niederschlesien, Berggießhübel). Cordieritgneis, bei glimmerarmer Ausbildung undeutlich und grobflaserig, aus Orthoklas, Plagioklas, Quarz, meist wenig Biotit und reichlichem Cordierit bestehend; akzessorisch finden sich besonders Sillimanit, Zirkon, Apatit und Eisenerze; im sächsischen Granulitgebiete; bei Bodenmais im Bayrischen Walde; in Schlesien

bei Kupferberg und Schreiberhau; in den Vogesen bei Markirch. In Norwegen (Tvedestrand und Kragerö) z. T. grobkörnig mit viel Cordierit und grünem Oligoklas, dazu Quarz, Biotit, Sillimanit, grüner Spinell, Apatit, Zirkon, Magnetit, Skapolith, auch Rutil, Turmalin, Muscovit. In Södermanland granathaltig. Granatgneis, mit reichlichem Gehalt an rotem oder braunem Granat (Abb. 65), mit dessen Zunahme im allgemeinen der Biotit zurücktritt (Schweden). Kinzigit ist ein biotitführender, meist quarzarmer Granatgneis mit Graphit und Cordierit; Schwarzwald, Odenwald. Epidotgneis führt zahlreiche Epidotsäulchen und -körner, dazu Biotit und öfter Calcit; Norwegen (Abb. 66). Eisengneis (Jerngneis), glimmerarm, undeutlich schieferig, reich an Magnetit (Wermland). Sillimanitgneis, ein Glimmergneis mit Strähnen oder größeren Säulchen von Sillimanit, bisweilen andalusithaltig, oft mit Cordierit, auch mit Graphit.



Abb. 65. Granatgneis. Nordisches Geschiebe. Granat von Quarzkörnchen durchwachsen. — Vergr. 15.



Abb. 66. Epidotgneis. Odde, Norwegen. Biotit, Epidot, Quarz-Feldspatgemenge, Calcit. — Vergr. 20.

2. Hornblendegneis. Plagioklas überwiegt nicht selten den Orthoklas bis zu dessen Verschwinden (Übergänge in Quarz-Feldspatamphibolit); ebenso schwankt Quarz. Nicht selten ist etwas Biotit zugegen, akzessorisch außer Eisenerz, Apatit und Zirkon oft Titanit, auch blaßgrüne Augitkörnchen, Epidot, Granat.

Die Hornblende ist bald gleichmäßig im Gestein verteilt, bald lagenweise angereichert. Hornfelsstruktur ist verbreitet, zentrische selten: Ein Granat-Quarzaggregat wird z. B. von einer Quarz-Feldspatzone, diese wieder von einem Hornblendekranze umgeben; in den Lücken zwischen diesen rundlichen Gebilden sitzt feinkörniger, fast farbloser Augit (Reichenbach und Lampertsdorf in Schlesien); oder um größere Quarz- oder Plagioklaskörner liegt ein Quarz-Hornblendering; die Zwischenmasse ist ein kleinkörniges Gemenge von Quarz, Orthoklas, viel Plagioklas, Hornblende, etwas Glimmer, Titanit und Eisenerz (Argentinien; Stelzners „Kokardengneis“). Hornblendegneise bilden selbständig größere Areale oder wechsellagern mit Glimmergneis.

Anthophyllitgneis aus Oligoklas, Quarz, Anthophyllit, viel Rutil, etwas farblosem oder bräunlichem Augit und Zirkon wurde in Norwegen (Oedegården) gefunden, Arfvedsonitgneis aus Orthoklas, Plagioklas (z. T. Albit), Arfvedsonit, wenig Quarz, viel Zirkon und etwas Apatit in Spanien und Portugal.



Abb. 67. Hypersthengneis (Pyroxengranulit). Hartmannsdorf, Sachsen. Pyroxen (dunkel) z. T. radial um Granat; Quarz und Feldspat (hell). — Vergr. 20.

3. Pyroxengneis enthält Orthoklas oder Plagioklas oder beide, Quarz in wechselnder Menge, von Pyroxenen meist Diopsid, bisweilen Hypersthen, öfter Hornblende, gelegentlich Biotit; Eisenerze, Titanit, Granat und Apatit sind akzessorisch; dazu führen die gewöhnlich mit Kalksteinen vergesellschafteten Para-Pyroxengneise gern Calcit und Kalksilikate (Wollastonit, Skapolith, Vesuvian u. dgl.), welche den mit Serpentin, Eklogit und Amphiboliten verbundenen Orthogesteinen fehlen. Pyroxengneise sind meist feinkörnig, undeutlich oder gar nicht schieferig, bisweilen gebändert. Man kennt sie aus der unteren Stufe in Schweden, den Vogesen, dem niederösterreichischen Waldviertel (z. T. mit Skapolith und Calcit), den Pyrenäen, dem Morbihan (mit Skapolith, Vesuvian und Granat). Hypersthengneise sind die sogen. Pyroxengranulite (früher Trappgranulite) Sachsens, welche außer Hypersthen Plagioklas, Quarz

Biotit, etwas Augit, oft Granat und akzessorisch Eisenerze (darunter manchmal Magnetkies), Rutil, Apatit, selten Hornblende enthalten; Orthoklas ist bald vorhanden, bald fehlt er. Zentrische Bildungen entstehen dadurch, daß sich um Granatkörner eine Quarz-Feldspatzone oder ein Kranz radial gestellter Pyroxenstengel (Abb. 67) oder Biotitschuppen legt. Das Gestein bildet Einlagerungen im sächsischen Granulit.

Die chemische Zusammensetzung ist bei der verschiedenen Herkunft der Gneise eine recht wechselvolle:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	65,14	14,68	2,48	3,98	1,80	2,59	2,81	4,07	1,57	(100,11)
2.	75,74	13,25	—	1,84	0,39	0,60	2,12	4,86	1,01	(99,81)
3.	66,73	12,23	1,31	4,18	1,49	3,25	6,14	2,53	0,62	(99,41)
4.	63,11	21,14	—	5,79	1,81	0,87	1,14	2,98	3,21	(100,05)
5.	80,89	8,31	0,58	2,34	1,22	0,48	2,83	2,00	0,92	(99,98)
6.	64,44	18,18	—	6,24	2,98	0,67	0,46	3,19	2,10	(100,54)
7.	58,14	18,06	—	10,72	4,11	1,17	0,62	3,88	1,05	(99,25)
8.	58,53	16,70	2,06	6,26	4,46	2,34	2,92	3,22	2,61	(100,31)
9.	69,24	14,85	2,62	0,45	0,97	2,10	4,30	4,33	0,70	(99,56)
10.	74,95	9,42	7,47	—	0,13	1,65	4,05	2,02	1,02	(100,71)
11.	72,97	12,69	4,55	—	0,63	2,33	3,16	3,46	0,13	(99,92)
12.	45,52	17,74	12,65	—	9,49	10,40	2,52	0,07	—	(99,98)
13.	56,44	14,37	1,02	4,68	3,70	13,15	4,30	1,23	0,47	(99,98)

1. Biotitgneis. Freiberg (mit 0,90 TiO_2, 0,09 P_2O_5).
2. Muscovitgneis. Kleinschirma bei Freiberg.
3. Zweiglimmergneis. Wallbach im Odenwalde (mit 0,32 TiO_2, 0,22 P_2O_5, 0,39 FeS_2).
4. „ Leubsdorf im Erzgebirge.
5. „ Schapbachtal, Schwarzwald (mit 0,41 TiO_2).
6. Cordieritgneis. Lunzenau in Sachsen (mit 1,70 TiO_2, 0,58 MnO).
7. Granatgneis. Bezirk Stockholm (mit 1,50 TiO_2).
8. Kinzigit. Schenkenzell, Schwarzwald (mit 1,21 TiO_2).
9. Hornblendegneis. Provinz Quebeck, Kanada.
10. „ Utah, Nordamerika.
11. Pyroxengneis (Pyroxengranulit). Penig (mit Orthoklas).
12. „ „ Böhrigen (ohne Orthoklas, mit 0,59 MnO).
13. „ Weilertal, Vogesen (mit 0,62 TiO_2).

Die zum Eintragen in das Dreieck bestimmten Werte a, c und f werden wie bei Eruptivgesteinen errechnet.

1 entspricht einem glimmerreichen Granit, 2 Aplit, 3 Quarz-Glimmerdiorit, 9 Amphibol-Biotitgranit, 12 Pyroxen-(Hypersthen-)

Granit, 13 Anorthosit. Von den übrigen Analysen stimmen überein 4, 6 und 7 mit Tonschiefern (Pelitgneise), 8 mit Tonmergel; sie sind verhältnismäßig SiO_2-arm. Andere, z. B. 5, verweisen auf Sandstein. Das sind Psammitgneise.

Lagerung. Die Gneise bilden im allgemeinen flache Kuppeln von mannigfachem Faltenwurf und enthalten namentlich in ihrer oberen Abteilung zahlreiche, meist linsenförmige Einlagerungen von Hälleflinta, Quarzit und Quarzitschiefer, Glimmer- und Chloritschiefer, körnigem Kalkstein, Dolomit, Granatfels, Erzen oder von Hornblendegesteinen, Gabbro, Eklogit, Serpentin und Olivingesteinen.

Alter. Gneis kennt man von archäischem bis tertiärem Alter.

Verbreitung. Gneise sind wohl in allen Gebieten kristalliner Schiefer verbreitet und nehmen vor allem wesentlichen Anteil am Aufbau der unteren und mittleren Stufe. Das sächsische Erzgebirge enthält Biotit-, Muscovit- und Zweiglimmergneise in verschiedener Korngröße (bis herab zu dichten Varietäten) und Struktur; Hornblendegneise sind selten, ebenso geröllführende Gneise, Konglomeratgneise (Hammer Obermittweida mit Geröllen von Granit, Gneis, Quarzit; Gegend von Annaberg). Im Fichtelgebirge (Münchberg) mit Eklogitlinsen. Im bayrisch-böhmischen Waldgebirge unterschied Gümbel eine untere, bojische Stufe aus meist gleichmäßig gemengten, rötlichen Zweiglimmergneisen von schwacher Flaserung, mit zahlreichen Granitlagern, ohne Kalkstein, und eine obere, herzynische Stufe aus vorwiegend dünnschichtigen, grauen, rasch wechselnden Gneisen mit Einlagerungen von Hornblendegesteinen, Serpentin, Granulit, verschiedenen Graniten, wenig körnigem Kalkstein, lokal Graphit. Im Eulengebirge unterschied Kalkowsky ebenfalls zwei Abteilungen, eine untere ohne und eine obere mit Amphibolgesteinen, Serpentin und körnigem Kalkstein. Im Riesengebirge treten Gneise namentlich nördlich vom zentralen Granit auf. Im Spessart und Odenwalde. Im Schwarzwalde sind z. B. die „Renchgneise“ Paragneise, die „Schapbachgneise“ größenteils Orthogneise. In den Vogesen liegen Gneise zwischen dem Münster- und Weilertale. Das ausgedehnteste Gneisgebiet Europas liegt in Skandinavien — Finnland, von woher die zahlreichen Blöcke im norddeutschen Diluvium stammen.

Eine besondere Stellung innerhalb der Gneisfamilie hat der

Granulit.

Die ebenschieferigen Gemenge von Quarz und Feldspat enthalten oft noch Granat oder Biotit, selten Muscovit, Turmalin oder Hornblende; akzessorisch ist Rutil weit, Cyanit, Sillimanit, Apatit, Zirkon wenig, Korund, Spinell nur örtlich verbreitet.

Der Alkalifeldspat ist Orthoklas oder Mikroklin (gegittert oder ungegittert), beide oft perthitisch. Plagioklas (Oligoklas) wird meist nur spärlich gefunden; eine Ausnahme bilden plagioklasreiche Granulite des Bayrischen Waldes. Quarz bedingt durch die platten Linsen seiner Körner oder Körneraggregate wesentlich mit die Ebenschiefrigkeit des Gesteins; er führt manchmal Rutilhaare. Blutroter

Granat, meist ohne Kristallumgrenzung, gehört zum gemeinen Granat; er setzt sich in Chloritschuppen um. Mit seinem Zurücktreten pflegen die Schuppen und Lagen des Biotits überhandzunehmen; beide Mineralien vertreten sich. Muscovit sitzt nur in Granuliten des Bayrischen Waldes reichlich, ebenso Turmalin, welcher stellenweise der einzige farbige Gemengteil ist und dann dem Gestein den Namen gibt. Riebeckit ist aus Niederösterreich und aus Finnland in reichlicherer Beteiligung bekannt. Cyanit bildet hellblaue Täfelchen, Sillimanit seidenglänzende Strähne oder häutige Lagen oder erscheint im Dünnschliffe als fächerförmige Gebilde. Die grünen Körner des Spinells gehören dem Hercynit an. Korund bildet im Granulit von Waldheim hellviolette, größere Täfelchen oder fleckartig erscheinende Anhäufungen kleinster Individuen.

Die meist ebenschieferig-plattige bis richtungslose Struktur geht bei glimmerreichen Arten in flaserige über; klein- bis sehr feinkörnige Gesteine sind weit häufiger als solche von grobem Gefüge (Bayrischer Wald, Ceylon). Augengranulite führen größere Feldspate oder Granate oder Quarz-Feldspataggregate.

Außer normalem, glimmerfreiem, granatführendem Granulit unterscheidet man noch Biotit-, Turmalin-, Cyanit-, Sillimanit-, Korund-, Riebeckitgranulit u. dgl.

Die chemische Zusammensetzung ist die saurer Granite:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	75,80	12,09	—	2,18	0,38	1,45	2,72	4,27	0,63	(99,52)
2.	69,94	10,05	—	4,66	1,60	2,41	3,30	5,94	0,98	(98,88)
3.	76,85	9,75	2,90	Sp.	Sp.	0,70	1,72	6,14	1,15	(100,00)

1. Granulit. Neudörfchen bei Mittweida, Sachsen.
2. „ Roßwein, Sachsen.
3. Turmalingranulit. SO. von Zwiesel, Bayrischer Wald (mit 0,65 TiO_2, 0,14 B_2O_3 + F).

Verbreitung. In Sachsen ein elliptisches Areal von etwa 50 km Länge und 20 km Breite, welches außer normalem (hier plagioklas- und muscovitfreiem) noch Biotitgranulit, Sillimanit-, Korund- und Cyanitgranulit enthält. Im Bayrischen Walde mittel- bis großkörnig, plagioklasreich, mit Mikroklin, Sillimanit, Muscovit neben Biotit und Granat; z. T. Turmalingranulit; Cyanit fehlt; im Schwarzwalde und in den Vogesen; im südlichen Böhmen (Krumau-Budweis) sind neben Turmalingranulit auch cyanit- und sillimanitreiche Arten bekannt. Im niederösterreichischen Waldviertel plagioklas- und biotitarm, mit Granat, Cyanit, Sillimanit. Bei Gloggnitz in Niederösterreich mit Flecken von Riebeckit: Forellengranulit. Bei Warta an der Eger mit perthitischem Mikroklin und Orthoklas, etwas Plagioklas, Granat, Cyanit, Biotit und Muscovit, Sillimanit, wenig Rutil. Untergeordnet im Eulengebirge (granatführend, bisweilen biotitreich) und in Mähren mit Granat,

stellenweise mit Cyanit). In Finnland und auf Kola. In Argentinien, Westafrika, auf Madagaskar und Ceylon (mit Graphitgängen).

2. HÄLLEFLINTA UND PORPHYROID.

Hälleflinten sind entweder einfarbig graue, rote, braune, grünliche bis schwarze oder gebänderte Gesteine mit splitterigem Bruch, welche wesentlich aus einem sehr feinkörnigen Quarz-Feldspatgemenge mit wenigen Glimmerschüppchen und vereinzelten Eisenerzkörnchen bestehen. Schieferung ist meist wenig deutlich. Nach der Herkunft lassen sich zwei Arten unterscheiden: Porphyrhälleflinta, die oft Einsprenglinge von Feldspat und korrodiertem Quarz, gelegentlich auch Reste sphärolithischer Bildungen und von Fluktuationsstruktur enthält und hierdurch wie auch durch die chemische Zusammensetzung auf Quarzporphyre und Quarzkeratophyre als Ursprungsgesteine verweist. Tuffhälleflinta dagegen ist häufig gebändert, zeigt z. T. nicht völlig verwischte Aschenstruktur und enthält mitunter dünne Kalksteinlagen.

In Schweden (Dannemora, Upsala, Persberg) als Einlagerungen in Gneis, z. T. mit Kalkstein verbunden. Im Gneis des Eulengebirges.

Ähnlich finden sich in Porphyroiden oft noch ehemalige Einsprenglinge von Feldspat und Quarz, oder Sphärolithe oder Reste der Fluktuationsstruktur; dünne Lagen oder Schmitzen von Sericit (seltener von Muscovit oder Biotit) in der feinkörnigen Grundmasse aus Sericit und Quarz bedingen grobflaserige bis schieferige Struktur der Gesteine. Übergänge bestehen einerseits in Quarzporphyre (und Quarzkeratophyre), anderseits in Sericitgneise und Sericitschiefer. Tuffporphyroide zeigen ähnliche Merkmale wie Tuffhälleflinten; sie stammen von Quarzporphyr- und Keratophyrtuffen her.

In Thüringen unweit Schwarzburg (ungeschiefert und schieferig mit Quarz- und Feldspateinsprenglingen); Fichtelgebirge; Harz (außer Quarz bald Orthoklas, bald Albit als porphyrische Ausscheidungen); Ardennen; Nordamerika zwischen Superior- und Michigansee und in Nevada.

Folgende Analysen mögen die chemische Zusammensetzung zeigen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	75,24	12,58	0,84	1,72	0,42	1,22	4,84	1,70	0,81	(99,37)
2.	73,52	11,33	3,54	1,92	1,42	0,62	1,00	6,80	1,42	(101,57)
3.	83,27	8,19	1,41	1,56	0,32	0,45	0,62	2,35	0,93	(99,10)
4.	77,19	11,65	—	0,92	0,11	0,21	0,24	9,16	0,70	(100,50)
5.	77,31	10,31	3,18	—	0,88	0,43	6,31	0,89	1,08	(100,39)
6.	83,32	8,38	0,10	0,29	0,02	0,07	0,66	5,75	0,61	(99,36)

1. Porphyrhälleflinta. Södra Ekeberget, Örebrolän, Schweden.
2. „ Upsala, Schweden.
3. Tuffhälleflinta. Babbtjern, Örebrolän, Schweden.
4. Porphyroid. Bärentiegel im Schwarzatale, Thüringen (mit 0,14 P_2O_5, 0,18 FeS_2).
5. „ Lindig, Thüringen.
6. Tuffporphyroid. Brauneweg bei Rübeland, Harz (mit 0,06 P_2O_5, 0,10 SO_3).

Porphyroide treten in einem höheren geologischen Niveau auf als Hälleflinten; daraus erklärt sich ihr reichlicher Sericitgehalt, der in solchem Umfange den Hälleflinten fehlt.

3. GLIMMERSCHIEFER.

Glimmerschiefer sind schieferige Gemenge von Glimmer und Quarz mit mancherlei Akzessorien.

Das Glimmermineral ist meist nur Muscovit, seltener nur Biotit, oder es treten beide auf. Quarz bildet flache Scheibchen zwischen den Glimmerhäuten oder größere Linsen, die bisweilen die Träger von Feldspat (manchmal Albit), Andalusit, Turmalin, Amphibol, Chlorit, Rutil sind. Akzessorisch sind Feldspate, besonders Plagioklas, zwar spärlich, aber in vielen Vorkommnissen verbreitet. Brauner oder roter Granat (meist gemeiner Granat) bildet Körner oder Rhombendodekaëder und ist häufig schon makroskopisch wahrnehmbar. Außerdem finden sich Rutil, Zirkon, Apatit, Magnetit, Eisenglanz, Titaneisen, Turmalin (besonders in glimmerreichen Arten), selten gemeine Hornblende, Strahlstein, Anthophyllit, Glaukophan, Epidot (besonders in quarzreichen Varietäten), gelegentlich Sillimanit, Cyanit, Staurolith, Cordierit, Chlorit, Cloritoid, graphitische Substanz, Karbonate (Calcit, Dolomit).

Die Struktur ist lepidoblastisch, makroskopisch schieferig, um so vollkommener, je glimmerreicher das Gestein ist; zierliche Fältelungen sind besonders im Querschliff zu sehen, wo auch die dünnen, von Glimmerhäuten umschmiegten Quarzschmitzchen deutlich hervortreten. Selten kommt durch abwechselnde Glimmer- und Quarzlagen eine Bänderung, porphyroblastische Struktur besonders durch Granat und Staurolith zustande.

Arten. Man unterscheidet Muscovit-, Biotit- und Zweiglimmerschiefer; erstere sind am weitesten verbreitet. Durch Aufnahme von Feldspat entstehen die Feldspatglimmerschiefer (Übergang in Gneis). Nach reichlichem Gehalt an Nebengemengteilen sind Granat-, Sillimanit-, Staurolith-, Epidot-, Chloritoid- und Graphitglimmerschiefer benannt, ferner Kalkglimmerschiefer, bestehend aus Schuppen oder Häuten eines bläulichgrauen oder silberweißen Glimmers und körnigem

Calcit (bisweilen mit Gehalt an $FeCO_3$ und $MgCO_3$), zu welchem meist nur sehr wenig Quarz, gelegentlich Titanit kommt. Durch Überwiegen des Glimmers geht das Gestein in (quarzarmen) Glimmerschiefer, durch Vorwalten des Calcits in glimmerführenden Kalkstein über. Dolomitglimmerschiefer sind schiefrige Gemenge von feinkörnigem Dolomit, Glimmerschüppchen und wenig Quarz (Südabhang der Gotthardgruppe).

Paragonitschiefer bestehen aus weißem Paragonit (Natriumglimmer) und enthalten oft große Säulchen von Cyanit und Staurolith, dazu mikroskopischen Rutil, gelegentlich Biotit, Eisenglanz, Quarz, Epidot. Sie finden sich besonders auf der Südseite des Gotthardmassivs, auch im Glimmerschiefer der Insel Syra (z. T. mit Cordierit) und im Chloritschiefer des Ural (mit Zoisit und Chromturmalin).

Untergeordnet bilden Glimmerschiefer aus zweiachsigem, weißem Barytglimmer dünne Lagen im Glimmerschiefer des Habachtals (Salzburg), auch hell- oder smaragdgrüner Chromglimmer (Fuchsit) bildet Lagen im Glimmerschiefer von Steinbach und Alzenau im Spessart, ebenso im Distrikt von Madras.

Die chemische Zusammensetzung wechselt wie die mineralogische; die Analysen zeigen mitunter Anklänge an Sandstein, Tonschiefer oder Mergel; andere sind mehrdeutig.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	82,38	11,84	—	2,28	1,00	—	0,38	0,83	0,77	(99,48)
2.	75,39	12,69	1,42	2,06	0,36	0,63	0,71	4,45	2,14	(99,85)
3.	64,77	14,45	1,84	4,54	2,34	2,33	1,37	5,03	1,92	(100,51)
4.	66,21	18,60	—	5,34	1,24	0,44	2,16	3,80	2,04	(99,83)
5.	48,00	13,53	4,87	—	—	—	1,07	2,00	1,73	(99,74)
6.	50,20	35,90	2,36	—	—	—	8,45	—	2,45	(99,36)

1. Glimmerschiefer (quarzreich), Monte Rosa.
2. Muscovitschiefer. Westana, Schweden.
3. Biotitschiefer. Minnesota (mit 0,60 TiO_2, 0,11 MnO, 0,20 P_2O_5, 0,60 SO_3, 0,41 CO_2.
4. Zweiglimmerschiefer. Munzig bei Meißen.
5. Kalkglimmerschiefer. Prettau im Pustertale, Tirol (mit 2,67 Mn_3O_4, 22,67 $CaCO_3$, 3,20 $MgCO_3$).
6. Paragonitschiefer. Südabhang des St. Gotthard.

Verbreitung. Glimmerschiefer finden sich in den meisten Gebieten kristalliner Schiefer: Im Erzgebirge, Riesengebirge und den Sudeten, spärlich im Fichtelgebirge, Thüringerwald, Odenwald, Spessart; im bayrisch-böhmischen Waldgebirge und in den Alpen. Kalkglimmerschiefer kennt man aus Österreich: Ob dem Manhartsberge (mit 12—81 % $CaCO_3$); aus Massachusetts (mit 40—78% $CaCO_3$); besonders aus den Alpen als Einlagerungen in Glimmerschiefer, Gneis, Chloritschiefer, so in der Tauernkette, in Kärnten, Savoyen; auch von Steinamanger in Ungarn, vom Pentelikon, aus Karien.

Die Glimmerschiefer bilden bald selbständige, ausgedehnte Schichtenkomplexe zwischen der Gneis- und der Phyllitgruppe, bald untergeordnete Einlagerungen in Gneis und Phyllit, führen auch Linsen von Chlorit- und Talkschiefer, Amphibolgesteinen, Eklogit, Serpentin, häufig Quarzite und Quarzitschiefer, außerdem kristalline Kalksteine und Dolomite, Graphit- und Erzlager (Rot- und Brauneisenstein, Magneteisenerz, Eisenglanz).

Auf die oberste Stufe beschränkt sind Sericitschiefer, gelblichgrüne, grünlichgraue bis violette, dünnschieferige Gesteine aus Sericitlagen und -häuten, Quarz in parallelen Lagen, flachen Linsen oder größeren Individuen (alten Einsprenglingen mit Korrosionserscheinungen) mit etwas Chlorit, Chloritoid oder Karbonat, selten Eisenglanz oder Albit. Es sind umgewandelte Quarzporphyre oder Quarzkeratophyre oder Tuffe beider.

Die chemische Zusammensetzung zeigt z. T. erhebliche Abweichungen gegenüber dem Ausgangsmaterial:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	74,56	13,70	1,31	0,97	0,58	0,95	2,69	4,82	1,02	(100,60)
2.	63,25	16,48	1,65	3,89	1,31	1,87	2,50	5,38	2,46	(99,79)
3.	55,84	15,62	4,86	8,25	1,39	0,50	1,70	6,13	5,19	(99,99)

1. Quarzporphyr, Vockenhausen im Taunus, mit Andeutung von Schieferung.
2. Sericitschiefer von demselben Handstücke.
3. „ violett. Nerotal bei Wiesbaden (mit 0,51 TiO_2).

Vorkommen. Sericitschiefer finden sich im Taunus, im Lennegebiete, in Schlesien, in den Alpen (z. B. in der Simplongruppe).

Eisenglimmerschiefer oder Itabirit besteht vorwiegend aus Eisenglanz in Schuppen oder Häuten und Quarz; akzessorisch finden sich Pyrit und Talk, gelegentlich Magnetit, Chlorit, Strahlstein, in Brasilien auch Gold; hier und in Südkarolina steht Itabirit in Verbindung mit Itacolumit; er findet sich ferner in Kanada, am Südfuße des Soonwaldes, im norwegischen Nordland (mit Magnetit, Hornblende, Biotit, Granat, Epidot, Feldspat, Apatit). Der sogenannte Itabirit von Pittenwald in Mähren ist ein schieferiges Eisenglanz-Calcitgestein.

4. PHYLLIT.

Die Phyllite sind licht oder dunkel grünlichgrau, violett oder schwarz, dicht oder fast dicht, enthalten wesentlich nur Quarz und Glimmer (Muscovit, Sericit, Biotit, Chlorit), akzessorisch oft winzige Rutilnädelchen, auch Magnetit, Pyrit, Turmalin, Eisenglanz, kohlige Substanz, Epidot, selten Chloritoid, Hornblende, Granat, Feldspat, Calcit.

Die Glimmer sind zu schuppigen Aggregaten oder Häuten verwoben, welche auf den Schichtflächen des Gesteins einen Seidenschimmer hervorrufen. Quarz bildet mosaikartig verteilte Körnchen oder kleine Linsen, außerdem gelegentlich große Schmitzen und Knauern, die oft Chlorit, manchmal Feldspat, seltener Titaneisen, Axinit, eisenhaltigen Dolomitspat einschließen; im Quarzphyllit wechseln quarz- und glimmerreiche Lagen. Feldspate, besonders Albit, erlangen größere Dimensionen im Albitphyllit. Quarz und Feldspate nehmen manchmal so an Größe und Menge gegenüber der eigentlichen Phyllitmasse zu, daß diese nur noch dünne Flasern bildet, wie im sogen. Gneisphyllit. An Eisenglanz reiche Arten sind violett, von Kohlesubstanz erfüllte (Graphitoidphyllit) schwarz. Chloritoidphyllit (Ottrelithphyllit) führt größere Chloritoidblättchen, Magnetitphyllit makroskopische Oktaederchen von Magneteisen. Karbonatreicher Kalkphyllit ist in den Alpen verbreitet.

Die chemische Zusammensetzung schwankt je nach der Natur des einstigen Sedimentes:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	61,56	20,12	2,87	3,40	1,58	0,71	1,92	4,84	3,05	(100,05)
2.	53,77	15,96	18,27	0,65	1,38	0,18	1,62	2,37	2,95	(99,24)
3.	58,12	22,73	6,83	0,55	2,31	0,21	0,69	3,46	4,22	(99,12)
4.	50,01	27,93	4,75	4,65	1,50	0,21	0,95	4,36	4,68	(99,04)

1. Phyllit. Juliushammer im Fichtelgebirge.
2. „ Viel-Salm, Ardennen, Eisenglanz führend (mit 0,13 TiO_2, 1,96 MnO).
3. „ Lößnitz, Sachsen.
4. „ Zschorlau bei Schneeberg, Erzgebirge.

Das spez. Gewicht beträgt etwa 2,74.

Die Phyllite gehören der oberen Abteilung der kristallinen Schiefer an. Sie enthalten Einlagerungen besonders von Quarzit und Quarzitschiefer, auch von körnigem Kalkstein, Amphibolschiefer, magnetitführendem Chloritschiefer u. a. — Übergänge finden hauptsächlich in Glimmerschiefer und in Tonschiefer statt, auch in Quarzitschiefer, seltener in Chloritschiefer.

Verbreitung. Im Erzgebirge unterscheidet man eine untere Abteilung glimmeriger Phyllite (mit Albit-, Quarz-, Chloritoid- und Graphitoidphylliten) und eine obere Abteilung tonschieferähnlicher Phyllite. Im Bayrischen Walde, im Fichtelgebirge, am Riesengebirge. In der Gegend von Innsbruck z. T. mit Sericit, Turmalin, Rutil, Eisenglanz, Apatit, Dolomit, Calcit, Feldspat, Biotit, Staurolith. In den Ardennen z. T. mit Magnetit, Eisenglanz, Chloritoid.

5. CHLORITSCHIEFER.

Chloritschiefer sind weiche, lauch- bis schwärzlichgrüne, schuppig-schieferige Gesteine, die wesentlich aus Chlorit und etwas Quarz

bestehen und akzessorisch nicht selten Feldspat, Glimmer, Talk, Epidot, Magnetit, Eisenglanz, Granat u. a. Mineralien führen.

Der Chlorit ist meist Klinochlor, selten Pennin. Quarz bildet Linsen, Lamellen oder Nester oder ist gleichmäßig fein im Gestein verteilt. Der Feldspat erweist sich meist als Albit; die sehr frischen Körner sind oft gar nicht oder nur einfach verzwillingt. Der Glimmer ist Biotit, Muscovit oder Sericit; seine Anreicherung bedingt Übergänge in Chloritglimmerschiefer. Magnetit, manchmal mit Titaneisen verwachsen, bildet zuweilen makroskopische Oktaeder (Ötztal). Desgleichen sind große rote Granate, vorwiegend Rhombendodekaeder, in alpinen Chloritschiefern häufig. Außerdem trifft man gelegentlich Strahlstein, Hornblende, Turmalin, Korund, Chromit, seltener Rutil, Eisen- und Kupferkies oder Karbonate (Magnesitspat oder Breunnerit in großen Rhomboedern).

Von den nachstehenden Analysen zeigt 1 Anklänge an Diabas, 2 an Peridotit, 3 an sehr eisenreiche Tonschiefer.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	49,18	15,09	12,90	—	5,22	10,59	3,64	1,51	1,87	(100,00)
2.	42,08	3,51	—	26,85	17,10	1,04	Sp.		11,24	(102,41)
3.	26,22	23,70	15,76	14,54	8,31	1,70	0,48	0,58	7,28	(99,35)

1. Chloritschiefer. Gegend von Rotön, Schweden.
2. „ Riffelhorn, Monte Rosastock (mit 0,59 MnO).
3. „ Insel Luzon (der Magnetit entfernt; mit 0,68 TiO_2, 0,10 MnO).

Das spez. Gew. schwankt zwischen 2,8 und 3,0.

Die Chloritschiefer gehören der oberen Stufe an, bilden Einlagerungen in Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit und enthalten selbst Einschaltungen von (zuweilen goldhaltigem) Quarzit, körnigem Kalkstein, Serpentin, Magneteisenerz; sie sind durch Übergänge mit Hornblende- und Strahlsteinschiefer, Serpentin, Glimmerschiefer und Phyllit verbunden.

Verbreitung. Bei Harthau (Chemnitz) in Sachsen mit Sericitflecken, d. s. umgewandelte ehemalige Plagioklaseinsprenglinge eines Diabasporphyrits; bei Erbendorf im Bayrischen Walde (mit Magnetit, Quarz, Strahlstein, Feldspat und Magnesit) und zwischen Berneck und Hof mit Hornblendeschiefer vergesellschaftet; in Mähren; Gegend von Preßburg; reichlich in den Alpen von Salzburg, Tirol, Graubünden, Piemont; in Skandinavien, im Ural, in Nordamerika.

Thuringitschiefer, olivengrün, schuppig bis feinkörnig-blätterig, auch oolithisch, ist bisweilen reich an kleinen Magnetitkriställchen und einem Bindemittel von Eisenspat. Thuringit ist unter dem Mikroskope dem Chlorit ähnlich. Das Gestein enthält 22—24 SiO_2,

16—18 Al_2O_3, 14—15 Fe_2O_3, 33 FeO (mit etwas MnO und MgO), 10—11 H_2O; es bildet Lagen in silurischen Schiefern bei Hof und Schmiedefeld (Thüringen) und ist mitunter in Roteisenstein umgewandelt. — Ähnliche Lagen bildet der Chamosit, grün- oder bläulichgrau bis schwärzlich, gewöhnlich oolithisch und reich an Karbonaten, örtlich mit viel Magnetit. Die Analyse ergibt an 26 SiO_2, 19 Al_2O_3, 38—42 FeO, 3—4 MgO, 11—13 H_2O. Im Silur von Schmiedefeld (Türingen) und Kupferberg in Schlesien; im Jura von Chamoson im Wallis.

Chloritoidschiefer, aus Chloritoid und einem feinkörnigen Gemenge von Quarz, Rutil und Titanit bestehend, werden von St. Johann im Pongau beschrieben, gebänderte Chloritoid-Quarz-Granatgesteine aus Japan.

6. TALKSCHIEFER.

Talkschiefer sind helle, gelbliche und grünlichgraue bis ölgrüne, schieferige Gesteine, sehr weich und darum fettig anzufühlen, welche hauptsächlich aus Talkschuppen bestehen; dazu kommt gewöhnlich noch Quarz, Chlorit oder Glimmer; akzessorisch sind am verbreitetsten Feldspat, Strahlstein, große Rhomboeder von Magnesit- oder Dolomitspat, Magnetit; seltener trifft man Granat, Chloritoid, Apatit, Olivin Turmalin.

Die Analysen erinnern an Peridotit und Pyroxenit:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	H_2O	
1.	53,28	4,33	5,79	1,04	29,85	1,51	2,60	(98,40)
2.	58,66	9,26	4,42	—	22,78	0,94	4,09	(100,15)
3.	51,50	3,65	—	7,38	22,36	11,25	3,60	(99,74)

1. Talkschiefer. Zöptau, Mähren.
2. „ Falun, Schweden.
3. „ Potton, Kanada.

Das spez. Gew. beträgt 2,7—2,8.

Talkschiefer sind Glieder der oberen Stufe. Sie bilden meist unbedeutende Einlagerungen in kristallinen Schiefern und finden sich gern in Gesellschaft von Serpentin, Olivingesteinen, Hornblende- und Chloritschiefer.

Verbreitung: Im Fichtelgebirge (mit Serpentin und Hornblendeschiefer) im Bayrischen Walde (mit Chloritschiefer und Serpentin); bei Rohnau in Niederschlesien (mit Hornblendeschiefer) und Zöptau in Mähren (mit Chloritschiefer); verbreitet in den Alpen (Tessin, Wallis, Salzburg, Tirol, Steiermark, Piemont); auf Elba, Korsika, Kreta, Syra; am Berge Ida in der Troas mit Einlagerungen von Olivinfels; in Skandinavien und im Ural; in Nordamerika und Brasilien.

Listwänit (Listwjanit) ist ein Talkschiefer mit reichlichem Quarz und eisenhaltigem Magnesitspat, z. T. mit wenig Magnetit oder Chromeisen; Ural, Alpen. — Duelo (Doelo) wurde ein Listwänit mit schwankendem Quarz- und Chloritgehalt

genannt; Galicia in Spanien. — Dolerine ist ein Talkschiefer mit wesentlichem Feldspat- und Chloritgehalt; penninische Alpen. Topfstein (Lavezstein, Giltstein), ein dichtes, feinst filzigschuppiges, grünlichgraues bis schwärzlichgrünes, sehr weiches Gestein aus Chlorit und Talk, wobei bald das eine, bald das andere Mineral vorherrscht; dazu kommt oft Serpentin, faseriger Tremolit, Glimmer, Magnetit, Apatit, Pyrit, bisweilen Magnesit- oder Dolomitspat. Man kann Chlorittopfstein, Talktopfstein und eigentlichen Topfstein (mit beiden Mineralien in etwa gleicher Menge) unterscheiden. — Das Gestein findet sich im Verbande mit Serpentin und Chloritschiefer in den Alpen, in Mähren (Zöptau), in Skandinavien, Kanada, Indien.

7. AMPHIBOLGESTEINE.

Amphibolgesteine sind schieferige bis richtungslos-körnige kristalline Schiefer, an deren Zusammensetzung ein Amphibolmineral reichlichen Anteil nimmt: gemeine, grüne Hornblende, Strahlstein oder Glaukophan. Danach unterscheidet man Hornblendeschiefer, Strahlsteinschiefer und Glaukophanschiefer.

Hornblendeschiefer.

Hornblendeschiefer sind mehr oder weniger deutlich schieferige Gesteine von dunkelgrüner bis fast schwarzer Hauptfarbe, welche wesentlich aus gemeiner, grüner Hornblende bestehen; dazu kommt meist Feldspat, etwas Quarz, gelegentlich Biotit, Chlorit, Granat Epidot, Zoisit, Titanit, Pyroxen, Eisenerz u. a.

Hornblende, grün oder bräunlichgrün im Schliffe, bildet längliche bis rundliche Körnchen oder kurze Säulchen, die nur in der Prismenzone kristallographisch begrenzt und an den Enden manchmal zerfasert sind. Die Auslöschungsschiefe hält sich meist um 15—18°, steigt aber ausnahmsweise bis 30°. Die Durchschnitte sind rein oder von meist runden Partikeln anderer Gemengteile durchbrochen, namentlich von Quarz, Feldspat, Biotit, Titanit, Eisenerzen u. a. Selten finden sich Zwillinge. Hornblendeschiefer mit filzig feinstengeligem, bläulichgrünem Amphibolmineral von uralitischem Aussehen sind in der oberen Stufe verbreitet.

Unter den Feldspaten, die oft sehr frisch, frei von Spaltrissen und Zwillingslamellen und dann leicht mit Quarz zu verwechseln sind, herrschen albitische Plagioklase bei weitem vor. Diablastische Verwachsungen mit Quarz oder mit Hornblende werden vereinzelt beobachtet, ebenso eine Umsetzung in Epidot oder in saussuritische Aggregate. Quarz, immer xenomorph, erscheint wie in anderen kristallinen Schiefern. Roter Granat, meist Körner, führt zuweilen in großer Menge Einschlüsse (Quarz, Feldspat, Rutil, Epidot, Eisen-

erze); auch bildet er Strukturzentren, umgeben von einer farblosen Quarz-Feldspatzone oder von einem Kranze radial gestellter Hornblendestengel. Biotit und Chlorit erscheinen in wechselnder Menge bis zum Vorwiegen über Hornblende (Übergänge in Biotit- resp. Chloritschiefer), ebenso Epidot und Zoisit in farblosen, quergegliederten Stengeln. Weitverbreitet ist Titanit in stark lichtbrechenden, spindel- oder tropfenförmigen Körnchen oder kleinkörnigen Aggregaten; sie umschließen manchmal Titaneisen. Als Pyroxen findet sich meist lichtgrüner bis fast farbloser Diopsid (früher oft als Salit bezeichnet) in Körnern und kurzen Säulchen selbständig, selten in paralleler Verwachsung mit Hornblende. Omphacitartiger Augit, Diallag und Bronzit kommen mehr vereinzelt vor. Von Eisenerzen kennt man Magnetit, Titaneisen, Pyrit, Magnetkies, Eisenglanz. Spärlicher wird Zirkon und Apatit gefunden (letzterer leicht mit einem Zoisit von niedrigen grauen Interferenzfarben zu verwechseln!), selten Gedrit in makroskopischen Säulchen mit blauem Schiller, Skapolith, Turmalin, Orthit.

Die Struktur ist bald schieferig (Hornblendeschiefer) infolge annähernd parallel liegender Hornblendesäulchen, bald lagig durch Anreicherung der dunklen und der hellen Gemengteile in abwechselnden Schichten, bald richtungslos-körnig (Amphibolit). Selten treten stark gerundete größere Plagioklase, Diallage, Granate u. dgl. einsprenglingsartig hervor. — Unter dem Mikroskope zeigt sich bald granoblastische Struktur, bald poikiloblastische Ausbildung mit rundlichen Einschlüssen namentlich in den Hornblenden, manchmal auch nematoblastisches Gefüge infolge eines Filzes von Hornblendenädelchen in feinkörnigem Quarz-Feldspatgemenge.

Arten: Reiner Hornblendeschiefer ohne oder fast ohne Quarz und Feldspate ist selten (Nevada; Skandinavien); die meisten Vorkommen enthalten Quarz oder Feldspat oder beide Mineralien Solche Quarz- oder Feldspat- oder Quarz-Feldspatamphibolite bzw. -amphibolschiefer sind bei größerem Gehalt an hellen Gemengteilen im Handstücke wohl mit Diorit oder Hornblendegneis zu verwechseln. Durch reichliche Beteiligung von Nebengemengteilen entstehen: Epidotamphibolit (im niederösterreichischen Wechselgebirge; in den Radstädter Tauern; im Tiroler Oberinntale; bis zum Überwiegen des Epidots im Hornblende-Epidotschiefer der Halbinsel Chalkidike); Granatamphibolit (durch Vorwalten des Granats in Granatfels übergehend), Biotitamphibolit, Diallagamphibolit, Zoisitamphibolit (im Erzgebirge, in den Sudeten, im niederöster-

reichischen Waldviertel, zu Deutsch-Landsberg in Steiermark (Abb. 68), im Eisacktale bei Brixen; Pyroxenamphibolit (sogen. Salitamphibolit) mit Diopsid zu Kupferberg in Schlesien; Raspenau in Nordböhmen mit körnigem Kalkstein in Verbindung; Schweden; Gedritamphibolit (Hilsen bei Snarum; Gegend von Helsingfors); Chlorit-Hornblendeschiefer (oberste Stufe), die nach oben in gepreßte Diabase oder Diabastuffe übergehen.

Im Gebirgsdruck erleiden Diabase ähnliche Umwandlungen wie Granite. Feldspate werden gebogen und zerbrochen, Augit- und Titaneisenkörner und Apatitnadeln zerstückelt. Damit gehen Neubildungen Hand in Hand: Aus dem Plagioklas entsteht oft wasserklarer Albit in größeren Leistchen oder Körnern, oder als feinkörnige, quarzähnliche Aggregate in langgezogenen Flasern, häufig untermischt mit Epidot-Zoisit und Calcit. Augit liefert Chlorit oder lichtgrüne, strahlsteinartige oder farblose, tremolitähnliche Hornblende, selten blauen, an Glaukophan erinnernden Amphibol. Chlorit und filzige Hornblendehaufwerke werden zu Strähnen ausgezogen und bedingen zum guten Teile mit die Flaserigkeit der Druckprodukte. Auch die aus Titaneisen entstandenen Titanitkörnchen ordnen sich gern reihenweise. Chloritmandeln werden plattgedrückt und ausgewalzt. Seltener erfolgt eine Neubildung von Biotit oder von sericitisch filzigem, farblosem Glimmer. — Derartig flaserige und schieferige Druckprodukte aus Diabas haben verschiedene Namen erhalten: Flaserdiabase, chloritische Schiefer, chloritische Hornblendeschiefer, Hornblende-Sericitschiefer, Chloropitschiefer, Augitsericitschiefer; sie sind im Harz, Taunus, im oberen Ruhrtale, in Ostthüringen, Niederschlesien, Sachsen nicht selten; aus den Alpen gehören hierher Cucalit, Gadriolit, Hypholith, Paradiorit, Valrheinit und die grünen Bündnerschiefer (die grauen und schwarzen Bündnerschiefer sind Kalkphyllite und feldspatführende Chloritschiefer, Glimmerschiefer und Zoisit- und Granatphyllite größtenteils jurassischen Alters).

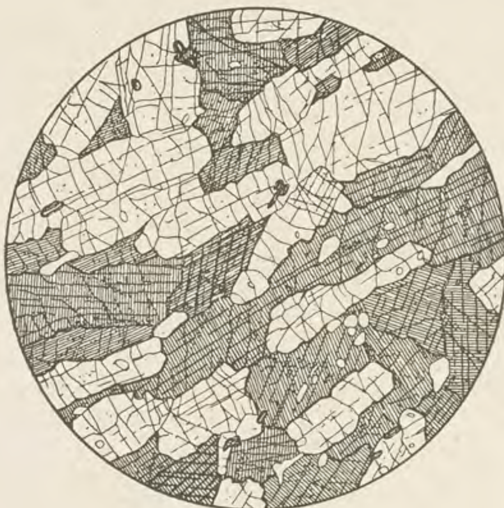


Abb. 68. Zoisitamphibolit.
Deutsch-Landsberg, Steiermark. — Vergr. 30.

Aus Diabasen (zum geringeren Teile auch aus Diabastuffen) sind die Grünschiefer hervorgegangen, sehr feinkörnig bis dicht, graugrün bis grünlichschwarz, schieferig, hauptsächlich Gemenge von Quarz und Feldspaten in kleinkörnigem Mosaik, zerfaserten oder

büscheligen Nädelchen einer lichtgrünen, strahlsteinartigen Hornblende, Epidot und Chlorit in wechselnden Mengen. Sie enthalten mitunter Körner von Diabasaugit, die chloritreichen viel Rutil, auch Calcit, Magnetit oder Eisenglanz oder Titaneisen. Verbreitet sind langgezogene, feinkörnige Titanitaggregate, örtlich Apatit. — Niederschlesien; Hainichen in Sachsen.

Auch Gabbro liefert im Gebirgsdruck schieferige Plagioklas-Hornblendegesteine, die oft linsenförmige Massen wenig beeinflußten Gabbros umschließen Im Umkreise des sächsischen Granulitgebietes; am Zobten in Schlesien (Zobtenit).

Die Analysen stimmen z. T. mit Gabbro, Peridotit und Pyroxenit überein, z. T. erinnern sie an sandig-dolomitische Mergel und ähnliche Sedimente.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	46,41	6,73	4,65	2,11	26,25	10,64	—	—	3,11	(99,90)
2.	50,46	8,89	—	8,52	17,88	14,51	1,17	0,22	—	(101,65)
3.	41,62	4,81	15,71	--	25,66	4,98	—	—	6,52	(99,30)
4.	46,71	4,31	8,02	18,07	2,04	14,76	2,41	—	0,50	(98,52)

1. Hornblendeschiefer. Rauhental bei Markirch, Vogesen.
2. „ Aiguille de Midi, Mont Blanc.
3. „ Selgapajalax, Finland.
4. „ Mähring, Bayrischer Wald (mit 2,80 TiO_2).

Das spez. Gew. beträgt etwa 3,0.

Hornblendeschiefer und Amphibolite bilden Linsen und Lager in Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit oder sind auf weitere Erstreckung hin selbst das Hauptgestein. Bedeutsam für die Frage nach ihrem Ursprunge ist die Vergesellschaftung mit körnigem Kalkstein und Dolomit, Quarzit und Quarzitschiefer, Epidot- und Granatgesteinen einerseits, mit Serpentin, Talkschiefer, Olivinfels (bei Habendorf im Eulengebirge) anderseits. — Hornblendegesteine sind allenthalben in Gebieten kristalliner Schiefer verbreitet. Mit wachsender Tiefenstufe nimmt gewöhnlich die Korngröße zu, die Schieferung ab.

Strahlsteinschiefer.

Strahlsteinschiefer (Aktinolithschiefer) sind lauchgrüne, schieferige Gesteine, welche hauptsächlich aus Strahlstein bestehen, dessen Nädelchen im Dünnschliffe fast farblos werden; dazu kommt oft etwas Quarz, Feldspat, Epidot, bisweilen Glimmer, Fuchsit, Chlorit, Talk, auch Eisenerz, Rutil, Zirkon, Chromit, blaßgrüner Augit, Anthophyllit, Zoisit, Granat.

Die chemische Zusammensetzung zeigt Anklänge an Peridotit oder Pyroxenit:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	43,18	Sp.	2,34	9,58	38,47	2,46	—	—	3,32	(99,35)
2.	54,95	2,88	0,76	6,29	21,02	11,53	0,25	0,16	0,99	(100,18)

1. Strahlsteinschiefer. Chiavenna.
2. " Langenbielau, Eulengebirge (mit 1,35 Cr_2O_3).

Spez. Gew. = ca. 3,0. — Vorkommen: Kleine Linsen in kristallinen Schiefern der oberen Stufe, gern mit Serpentin, Hornblende-, Talk- oder Chloritschiefern verbunden: Erzgebirge, Fichtelgebirge, Bayrischer Wald, niederösterreichisches Waldviertel, Niederschlesien, Eulengebirge, vielorts in den Alpen.

Ollenit ist ein epidotreicher Strahlsteinschiefer aus dem Gebiete des Monte Rosa; er enthält noch Titanit, Rutil, Granat, Pyrit, Apatit.

Grunerritschiefer, hauptsächlich aus bräunlichem, im Schliffe hell grüngelbem Grunerit ($FeSiO_3$) bestehend, der auf (010) eine Auslöschungsschiefe von ca. 25° zeigt, führt Quarz und Magnetit. — Madras; Michigan.

Grammatitschiefer, fast nur aus verfilztem, feinfaserigem Grammatit und wenig akzessorischem Braunspat, Graphitoid und Apatit bestehend, bildet eine kleine Einlagerung im Phyllit bei Sichersreuth im Fichtelgebirge.

Nephrit, grüne, graugrüne oder blaugrüne, dichte Gesteine, zäh, von splitterigem Bruche, wesentlich aus Strahlstein bestehend, zu welchem gelegentlich Chlorit, Chromspinell, Diopsid, Diallag, hellbraune Hornblende, grünlicher Granat, selten Pyrit, Magnetit, Apatit, Prehnit kommt. Die Struktur ist nematoblastisch, meist feinfilzig, seltener schlicht oder büschelig faserig oder porphyroblastisch durch Diallag. Nephrit gehört der obersten Stufe an. Er findet sich anstehend im südlichen Ligurien (Gänge und abgequetschte Knollen im Serpentin), im Radautale bei Harzburg (gangförmig im Serpentin), bei Jordansmühl und Reichenstein in Schlesien, Oberhallstein in Graubünden, in Turkestan und China, Nordamerika, Brasilien, Neuseeland, Neukaledonien, Neuguinea, lose im Schotter der Mur (Steiermark), in den Moränen des Grindelwaldgletschers u. a. O.

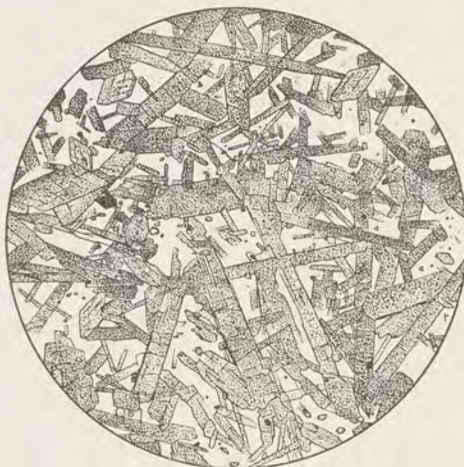


Abb. 69. Glaukophanschiefer. Fruska Gora, Slawonien. Vergr. 20.

Glaukophanschiefer.

Die tiefblauen, grau- oder grünlichblauen, gewöhnlich dickschieferigen Gesteine sind wesentlich zusammengesetzt aus Glaukophanstengeln ohne Endflächen (Abb. 69); dazu kommt oft Muscovit, Epidot, Rutil, Titaneisen, Eisenglanz, Granat, Magnetit, Pyrit, Titanit, Chlorit, Chloritoid, Paragonit, Zoisit, Turmalin, Diopsid, selten wenig Plagioklas.

Außer diesen verhältnismäßig reinen Glaukophanschiefern und dem richtungslosen Glaukophanit unterscheidet man noch sogen. Glaukophaneklogit (sehr granatreich) und Epidot-Glaukophanschiefer; in letzteren kann stellenweise Epidot vorwiegen (glaukophanführender Epidotschiefer im Glimmerschiefer der Insel Syra mit etwas Zoisit, Glimmer, Chlorit und dicken Glaukophansäulchen neben herrschendem, kleinkörnigem Epidot). Durch Vorwalten des Glimmers geht das Gestein durch Glaukophanglimmerschiefer in reine Glimmerschiefer über. In den ganz ähnlichen Gastalditschiefern und Gastalditfelsen tritt Gastaldit an Stelle des Glaukophans.

Die folgenden Analysen erinnern an diabasische Gesteine:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	46,39	17,34	6,32	4,62	4,93	13,07	2,95	0,25	1,48	(98,44)
2.	49,68	13,60	1,86	8,61	6,27	10,97	3,09	0,12	3,84	(99,60)

1. Glaukophanschiefer. Syra (mit 0,85 TiO_2, 0,24 CO_2).
2. „ Clear Lake, Kalifornien (mit 1,31 TiO_2, 0,04 MnO, 0,21 P_2O_5).

Das spez. Gew. beträgt 2,9—3,1.

Verbreitung: Glaukophanschiefer finden sich in der oberen Stufe mit Glimmerschiefer oder Chloritschiefer oder Marmor verbunden auf den Inseln Syra und Milos; Groix in der Bretagne; Korsika; Piemont, der Fruska Gora (Slawonien); Japan, Kalifornien.

8. OLIVINGESTEINE.

Kristalline Schiefer mit vorwaltendem Olivin sind nur in geringem Umfange bekannt; sie gehören fast alle der unteren Stufe an. — Im Hornblendegneis der Gegend von Hof liegt Enstatit-Olivinfels mit Diopsid, Klinochlor und Magnetit, teilweise in Serpentin und Talk umgewandelt, im Verbande mit Strahlstein- und Talkschiefer. Bei Habendorf im Eulengebirge sitzt im Biotitgneis eine von Amphibolschiefer umschlossene Linse eines Olivingesteins, welches Chromit, wenig Strahlstein, weißen Glimmer, Diopsid und in bestimmten Lagen Enstatit und Magnetkies führt. Im niederösterreichischen Waldviertel treten auf: Granat-Olivinfels, Bronzit-Olivinfels, Amphibol-Olivinfels (mit Strahlstein, akzessorischem Hypersthen, grünem Spinell, seltenem Klinochlor und Talk), sämtlich mit Serpentin verbunden. Im Glimmerschiefer Schwedens finden sich Enstatit-Olivingesteine, z. T. mit Chromit, Magnetit, einsprenglingsartigem Enstatit, wenig Hornblende und Chlorit (z. T. Kämmererit); Hornblende-Olivingesteine mit Chlorit und Magnetit

fast reine, schieferige Olivingesteine mit sehr wenig Hornblende, Enstatit, Chlorit, Spinell oder mit Kämmererit. Ähnliche Felsarten kommen auch in Norwegen vor. Der dünnplattige Eulysit von Tunaberg in Schweden besteht etwa zur Hälfte aus Olivin (mit 3,04 % MnO und 3,07 CaO), enthält außerdem omphacitartigen Augit, bräunlichroten Granat, Apatit, Magnetit, örtlich Hornblende und Arsenkies und ist mit mineralreichem Marmor vergesellschaftet.

9. SERPENTIN.

Serpentine sind zum größten Teile aus Olivingesteinen hervorgegangen, seltener aus Pyroxen- und Amphibolgesteinen. Die dichten, matten, weichen Gesteine zeigen splitterigen Bruch und meist düstere Farbe: gelblichgrün oder ölgrün bei vorwaltender reiner Serpentinsubstanz; schmutzig dunkelgrün bei reichlichem Gehalt an Chlorit; schwärzlich bei Gegenwart feinverteilten Magnetits oder Chromits; rotbraun bei der Verwitterung des Magneteisens zu Eisenhydroxyd; auch geflammt, geadert, gefleckt. — Die Gemengteile sind teils Umwandlungsprodukte der ursprünglichen Mineralien und Nebenprodukte bei diesen Umsetzungen, teils Reste nicht oder nicht völlig umgewandelter Urmineralien, teils auch weitere Umbildungen sekundär entstandener Mineralien.

Die eigentliche Serpentinsubstanz gehört wesentlich zwei verschiedenen Arten an. Am weitesten verbreitet ist Chrysotil oder Faserserpentin. Bei dem Fortschreiten der Faserbildung von den Rändern und Sprüngen der Olivine aus nach dem Innern, wobei infolge Volumenvermehrung immer neue Spältchen aufreißen, entsteht die Maschenstruktur. Ausgeschiedene Erzschnüre heben oft die ehemaligen Angriffswege deutlicher hervor. Chrysotil durchzieht auch häufig in Adern das Gestein; die seidenschimmernden Fasern stehen senkrecht auf den Spaltenwänden. — Weniger verbreitet ist Antigorit oder Blätterserpentin. Die Höhe der Doppelbrechung und das Fehlen anomaler Interferenzfarben unterscheidet beide Serpentinarten von Chlorit. Die Blättermassen des Antigorits sind mitunter parallel (011) des Olivins eingelagert und schneiden sich unter einem Winkel von ca. 120°; die von ihnen umschlossenen Olivinpartien werden zu schuppigem Antigorit, und so entsteht die Gitterstruktur. Die Ähnlichkeit des Winkels von 120° mit dem Spaltwinkel der Amphibole hat Veranlassung gegeben, im Gitterserpentin umgewandelte Hornblende zu sehen; der Schluß in solcher Verallgemeinerung ist unrichtig, wenn auch der serpentinisierte Horn-

blendeschiefer aus dem Rauentale in den Vogesen ganz ähnliche Struktur aufweist; dem aus Grammatit hervorgegangenen Serpentin von Erbendorf in der Oberpfalz fehlt sie. Manchmal durchkreuzen sich die Lamellengruppen des Antigorits (sehr selten auch Faserstränge von Chrysotil) nahezu rechtwinkelig und erzeugen Balkenstruktur. Man hat wegen des Winkelwertes auf Pyroxen als Urmineral geschlossen; der Serpentin von Windisch-Matrei aber, das am häufigsten genannte Beispiel von Pyroxenserpentin mit Balkenstruktur, ist aus Olivin hervorgegangen. — Die Maschenstruktur ist der Ausdruck der Chrysotilnatur, die Gitter- und Balkenstruktur für den Antigoritcharakter des Serpentins; bei letzteren beiden Formen pflegen die Erzpartikel nicht in Schnüren, sondern mehr in Häufchen versammelt und spärlicher zu sein. Antigorit wird vorzugsweise in Serpentinen der oberen Stufe gefunden, ist auch das Material der schieferigen Arten (Serpentinschiefer).

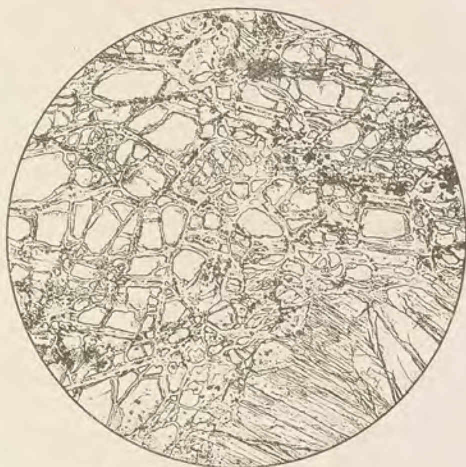


Abb. 70. Serpentin, reich an Olivinresten. Rechts unten Bronzit. Niederstriegis bei Roßwein, Sachsen. — Vergr. 30.

In den Serpentinmassen liegen häufig noch Reste von Olivin (Abb. 70). Enstatit, Bronzit, auch Diallag erscheinen meist schon makroskopisch, Chromdiopsid, Diopsid und andere Augite gewöhnlich erst im Dünnschliffe. Von Amphibolen ist braune und grüne Hornblende, Strahlstein, Tremolit z. T. primär, z. T. sekundär, besonders aus Augit, seltener aus Granat hervorgegangen; als Seltenheit wurde Krokydolith, die Asbestform des Riebeckits, aus Diallag entstanden beobachtet. Tremolit kann sich weiter in Talk umsetzen. Serpentin scheint aus Augit und Hornblende nur da zu entstehen, wo schon Olivin die gleiche Umwandlung erlitten hat. Der meist makroskopische Granat ist gewöhnlich Pyrop; Kelyphitrinden (Abb. 71) und eine Umwandlung in Chloritmassen sind verbreitet. Glimmer in strahlig-blättrigen Kügelchen kennt man u. a. von Zöblitz und Krems. Apatit ist selten und immer nur in geringer Menge, Magnetit bisweilen makroskopisch, meist aber in feiner Verteilung vorhanden; große Nester und Stöcke liegen in

alpinen und nordamerikanischen Serpentinen. Chromit zeigt ähnliche Verteilung und Anreicherung. Picotit ist meist an Olivin gebunden. Chlorit und Talk werden in ziemlicher Verbreitung, Chloritoid (im Wallis), Eisenkies, Arseneisen, Arsenkies, Eisenglanz, Gold und Platin (Ural) mehr örtlich gefunden. — Außerdem sitzen, abgesehen von Chrysotil, auf Adern und in Nestern Chlorit, Karbonate, Quarz, Chalcedon, Opal, welch letzterer das ganze Gestein durchtränken und seine Härte wesentlich erhöhen kann.

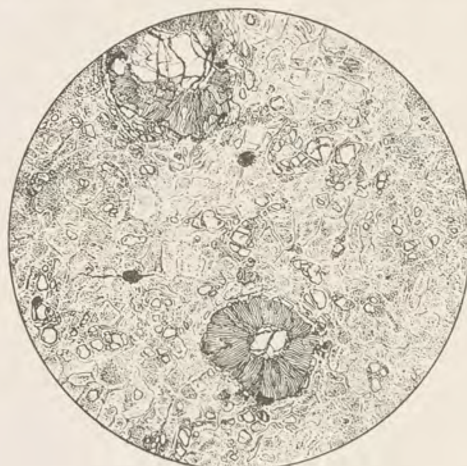


Abb. 71. Serpentin mit Maschenstruktur, Pyrop mit Kelyphitrinde, wenig Olivinresten. Greifendorf bei Roßwein, Sachsen. — Vergr. 20.

Arten. Man unterscheidet Chrysotil- und Antigoritserpentin, nach Nebengemengteilen Granat-, Bronzit-, Diallagserpentin u. a.

Die chemische Zusammensetzung zeigt die Eigentümlichkeit der Peridotite, zudem noch hohen Gehalt an H_2O:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	H_2O	
1.	41,13	0,84	3,86	2,77	41,88	Sp.	10,88	(101,36)
2.	41,66	4,25	2,95	10,38	34,82	1,76	4,95	(101,09)
3.	43,65	2,21	9,84	2,04	31,59	5,07	5,80	(100,20)
4.	41,63	1,46	3,85	4,67	33,97	3,57	9,02	(100,23)
5.	40,09	2,23	2,82	5,29	35,14	0,89	12,33	(100,52)
6.	36,94	1,35	6,87	3,96	36,02	1,39	13,09	(99,62)

1. Serpentin (aus Dunit). Le Bonhomme, Vogesen.
2. „ (aus Lherzolith). Monte Basso, Piemont (mit 0,32 Cr_2O_3).
3. „ (aus Granat-Diopsidgestein). Breitenberg bei Waldheim.
4. „ (aus Olivin-Grammatitgestein). Erbendorf, Oberpfalz (mit 1,20 Cr_2O_3).
5. „ (aus Diallaggestein). Steinberge bei Jordansmühl (mit 0,62 Cr_2O_3 und 1,02 MnO).
6. „ (aus Hornblendeschiefer). Rauental bei Markirch, Vogesen.

Das spez. Gew. hält sich meist zwischen 2,8 und 3,1.

Verbreitung. Sachsen: Im Granulitgebiete Granatserpentin (aus Granat-Olivingesteinen entstanden) bei Hartmannsdorf und Greifendorf; Bronzitserpentin (aus Olivin-Enstatit-Bronzitgestein) bei Callenberg, Reichenbach, Kuhschnappel;

bei Waldheim (aus Granat-Diopsidgestein); an der Höllmühle bei Penig; bei Zöblitz im Erzgebirge Granatserpentin (aus Granat-Olivingestein mit Pyroxen). Im Fichtelgebirge ein Serpentinzug am Westrande der Münchberger Gneispartie (aus bronzithaltigem Olivinfels), ein anderer an der Ostseite im Chloritschiefer (wahrscheinlich aus einem Hornblendegestein mit geringem Olivingehalte). Zu Erbendorf in der bayrischen Oberpfalz (aus olivinhaltigem Grammatitgestein). Zu Todtmoos im Schwarzwalde (z. T. aus lherzolithähnlichem, z. T. aus Enstatit-Diallaggestein). In den Vogesen (z. T. aus granatführendem Olivinfels, teils aus Olivin-Bronzitgestein, teils aus Amphibolschiefer, wie im Rauental); zu Oderen im Amarinertal (aus Enstatit-Olivingestein mit Diallag und zersetztem Feldspat), eruptiv, in Verbindung mit Gabbro; bei Xettes mit Granitfragmenten. Schlesien: Bei Jordansmühl mit Nephritadern; in der Gegend von Frankenstein (z. T. aus Olivin-Strahlsteinfels); im Zobtengebirge (aus Diallag-Olivingestein); östlich von Reichenstein mit Schiefer- und Gneiseinschlüssen; im Eulengebirge, bei Steinkunzendorf (aus hornblendeführendem Olivinfels), bei Volpersdorf aus Strahlsteinschiefer. In Böhmen: Bei Marienbad (aus Olivingestein mit rhombischem Pyroxen, blaßgrüner Hornblende und Tremolit) mit Amphibolit verbunden; bei Budweis und Rousperg im Böhmerwalde (aus bald reinem, bald Enstatit, Bronzit, Omphacit, Pyrop führendem Olivinfels); bei Prachatitz (aus granatführendem Olivin-Augitgestein); bei Meronitz (aus pyroxenhaltigem Olivinfels) mit Pyrop. Im niederösterreichischen Waldviertel (aus Olivinfels mit Granat oder Bronzit oder Aktinolith resp. Tremolit oder einigen dieser Mineralien). Bei Kraubat in Steiermark (aus Bronzit-Olivingestein). Vielorts in den Alpen: Bei Matrei und Sterzing, im Zillertale, bei Lienz und Heiligenblut (aus Salit- und Diallag-Olivingesteinen). Im Flysch bei Gets und im Griesbachtale eruptiv (aus Lherzolith); in den östlichen Zentralalpen mit Kontaktwirkungen (Kalksilikathornfelse). Verschiedene Typen in der Schweiz. In den Apenninen verbreitet mit durchgreifender Lagerung, jünger als Kreide. Im Lizarddistrikt Cornwalls intrusiv und gangförmig, mit Einschlüssen von Hornblendeschiefer, ursprünglich lherzolithähnlich; in Forfarshire gangförmig (aus Bronzit-Olivinfels). Skandinavien: In Westerbotten und Jemtland neben massigen auch schieferige (Antigorit-)Serpentine; in der Gegend von Röraas chromitreich, diallagführend, in Kuppen und Gängen. In der spanischen Serrania de Ronda mit durchgreifender Lagerung (aus Dunit und Lherzolith). Im Flysch Bosniens, auf Euböa und im Peloponnes gangförmig. Im Ural mit gediegen Platin.

10. PYROXENGESTEINE.

Unter den kristallinen Schiefern, die wesentlich aus einem Pyroxen bestehen, ist am wichtigsten der

Eklogit.

Die meist richtungslos-körnigen Gesteine enthalten wesentlich Omphacit und roten Granat, akzessorisch Rutil, Apatit, Zirkon, bisweilen Amphibol, Glimmer, Zoisit, Cyanit, Quarz, Titanit, Eisenerz, selten etwas Plagioklas.

Omphacit, lauch- bis grasgrün im Handstück, blaßgrün und kaum merklich pleochroitisch im Dünnschliffe, zeigt neben der pris-

matischen Spaltbarkeit bisweilen eine Absonderung nach (100). Zwillinge sind selten, ebenso Einschlüsse (Quarz, Rutil, Smaragdit); hin und wieder werden diablastische Verwachsungen mit Hornblende beobachtet. Von den Rändern und Spalten aus geht eine Umwandlung in grüne Hornblende oder in chloritische und serpentinöse Massen vor sich. Der rote Granat, oft Rhombendodekaëder (Abb. 72), ist teils Kalk-Eisenoxydul-Tongranat mit oder ohne Eisenoxyd, teils kalkfreier Eisenoxydul-Eisenoxyd-Tongranat. Außer den gewöhnlichen, unregelmäßigen Sprüngen tritt mitunter eine Druckablösung auf, deren Risse in allen (verschieden gelagerten) Granaten ungefähr gleiche Richtung einhalten. Einschlüsse von Quarz, Augit, Hornblende, Rutil, Eisenerz, Glimmer, Apatit sind gern zentral gehäuft. Bisweilen werden die Granate von radial gestellten Hornblendesäulchen oder von einer Plagioklas-Hornblenderinde umgeben. Von Amphibolen tritt besonders Smaragdit oder im Schliffe tiefgrüner Karinthin auf, auch gemeine und blaue glaukophanähnliche Hornblende, selten echter Glaukophan oder Gastaldit in kleinen Prismen. Quarz ist nur spärlich und erfüllt Lücken, Cyanit vielfach erst im Dünnschliffe wahrnehmbar, mitunter verzwillingt; Zoisit in quergegliederten Säulchen; Muscovit, oft kalkhaltig, manchmal von einem Kranze gelbbrauner Biotitschüppchen umgeben; Rutil bildet rotbraune Säulchen, Körner und Körnerhaufen, seltener Zwillinge; manchmal erfüllt er in zartesten Kriställchen die Granate wie mit einem bläulichen Staube. Ganz vereinzelt trifft man Olivin, Bronzit, Anthophyllit, Graphit.



Abb. 72. Eklogit. Fattigau, Fichtelgebirge. Granat mit zentral gehäuften Einschlüssen; Omphacit; Rutil (dunkel). — Vergr. 20.

Die Struktur ist vorwiegend richtungslos-körnig; selten wird das Gefüge nahezu dicht oder das Gestein durch einen Wechsel granatreicher und granatarmer Lagen gebändert.

Die chemische Zusammensetzung zeigt Verhältnisse, wie sie Gabbro- und Diabasgesteine aufweisen:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	50,13	14,37	13,02	—	6,46	12,85	2,35	0,14	—	(99,32)
2.	48,89	14,46	2,00	7,15	12,21	13,76	1,75	0,17	0,40	(100,79)
3.	55,00	13,50	2,74	3,37	10,21	12,09	2,10	0,50	0,32	(100,03)

1. Eklogit. Eibiswald, Steiermark.
2. „ Altenburg, Niederösterreich.
3. „ Silberbach, Fichtelgebirge (mit 0,20 MnO).

Das spez. Gewicht hält sich zwischen 3,25 und 3,45.

Eklogite bilden Linsen von geringem Umfange besonders in der unteren Stufe, im Gneis, Granulit, selten im Glimmerschiefer und sind gern mit Hornblendeschiefer verbunden, der sie mitunter mantelförmig umgibt. Mehrorts im Granulitgebiete (bei Waldheim reich an Titanit); zahlreich im südwestlichen Erzgebirge und Fichtelgebirge (Münchberger Gneis); im Bayrischen Walde, Schlesien (Frankenstein), Niederösterreich, Steiermark, Kärnten (Saualpe); im Schwarzwalde (Kinzigtal); in den Westalpen und auf Syra glaukophanführend; Schottland; Norwegen.

Andere Pyroxengesteine.

Omphacitfels und Omphacitschiefer finden sich in der spanischen Serra di Quadarrama (Omphacit von Enstatitlamellen durchwachsen).

Malakolithfels, ein weißliches, dichtes Aggregat von Malakolith (reich an Flüssigkeitseinschlüssen und Gasporen) mit etwas Quarz und kleinen Partikeln von Schwefelmetallen. Im Glimmerschiefer von Oberrochlitz am Südfuße des Riesengebirges, körnigem Kalkstein benachbart; bei Tunaberg im Gneis, mit körnigem Kalkstein verbunden, akzessorisch etwas Calcit, Orthit und Titanit führend; zwischen Genua und Adi schieferig, blaß bläulichgrau, aus z. T. chloritisiertem Malakolith, wenig Quarz, zersetztem Orthoklas, Magnetit und Cyanit bestehend.

Vorwiegend aus hellgrünem Augit bestehen Einlagerungen im Gneis am Rothbuck im badischen Schwarzwalde (mit akzessorischem Anorthit, Titanit, Zirkon, Magnetit); bei Persberg in Wermland (mit Granat, Magnetit, Epidot); im Dép. Morbihan (schieferig, mit wenig Quarz und Feldspat).

Der Erlanfels von Schwarzenberg im Erzgebirge ist ein dichtes, lichtgrünlichgraues Gemenge von vorwaltendem, fast farblosem Augit in Körnern und Stengeln, etwas wasserhellem Feldspat und Quarz und akzessorischem Epidot, Rutil, Titanit, Biotit, Muscovitsträhnchen, führt auch zuweilen Zoisit und Flußspat. Das Gestein bildet Lager im Augengneis.

Enstatitfels (mit Magnetit und Picotit) findet sich am Hohen Bogen bei Furth im Bayrischen Walde; am Obstabfalle des Eulengebirges (mit Serpentin verbunden); bei Klingenberg (Tharandt) im Gneis, der Enstatit erfüllt von Rutilnädelchen. Der norwegische Sagvandit ist ein mittel- bis feinkörniges, richtungsloses Gemenge von Bronzit, Breunnerit, Chromit, Pyrit und vereinzelten farblosen Glimmerschüppchen.

Jadeitit, weiß bis graugrünlich, wesentlich aus Jadeit bestehend, zu welchem Chlorit, Muscovit, Rutil, Titanit, selten Turmalin tritt; verbunden mit Amphibolgesteinen auf Syra und in Birma; in Turkestan.

Die chemische Zusammensetzung verweist auf kalkreiche Sedimente (Analyse 1 und 2); 3 erinnert an Foyait.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	55,03	—	—	4,84	15,71	20,72	—	—	—	(99,46)
2.	53,16	14,03	7,14	—	5,42	14,40	2,61	—	0,60	(98,00)
3.	50,82	20,22	6,42	1,95	3,18	3,77	12,12	Sp.	2,25	(101,06)

1. Malakolithfels. Oberrochlitz am Riesengebirge, Böhmen (mit 3,16 MnO)
2. Erlanfels. Erlahammer bei Schwarzenberg, Erzgebirge (mit 0,64 MnO).
3. Jadeitit. Mentoni auf Syra (mit 0,33 TiO_2).

11. KARBONATGESTEINE.

Die Karbonatgesteine der kristallinen Schieferreihe sind Calcit- oder Dolomitmarmore.

a) Calcitmarmor, grob- bis feinkörnig, gewöhnlich richtungslos struiert, seltener im Druck gestreckt. Die Hauptmasse bilden Calcitkörner mit verbreiteter Zwillingsbildung (Abb. 73). Die Körner haben bald alle ziemlich gleiche Größe (Paros, Carrara), bald liegt zwischen größeren ein Aggregat kleinster Körnchen (Attika); letztere Marmore sind milchig undurchsichtig, erstere etwas durchscheinend. Reiner Marmor ist weiß; Beimengung von Graphit oder Kohlesubstanz färbt das Gestein bläulichgrau bis schwarz, von Eisenoxyden gelblich oder rot. Von Nebengemengteilen sind am verbreitetsten: Amphibole (Amianth, Grammatit, Tremolit, Strahlstein, gemeine grüne Hornblende), Pyroxene (Augit, Diallag, Malakolith, Bronzit, Hypersthen), Glimmer, Olivin (oder Serpentin), Albit, Apatit, Granat, Graphit, Flußspat, Quarz, Schwefel, Spinell, Titanit, Turmalin, Vesuvian, Wollastonit, Zoisit und verschiedene oxydische und sulfidische Erze.

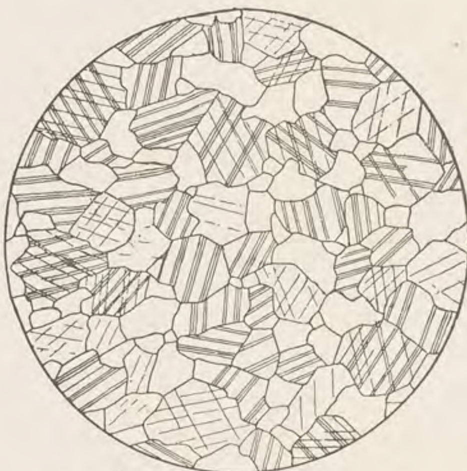


Abb. 73. Marmor. Carrara. Calcit verzwillingt. Vergr. 30.

Besonderer Reichtum an akzessorischen Mineralien bedingt folgende Arten: Cipollin, reich an Schuppen oder Häuten von hellem Glimmer oder Talk; Altenberg im Erzgebirge; Salzburger Alpen; Piemont; Banat; Pentelikon. Ophicalcit, mit Körnern, Nestern und Adern von Serpentin, der meist aus Olivin, selten aus

Pyroxen oder Grammatit hervorgegangen ist und manchmal noch Reste dieser Mineralien enthält. In konzentrischen Lagen angeordnete Körnerreihen von Serpentin mit schmalen Fortsätzen wurden früher als eine Riesenforaminifere, Eozoon, beschrieben; Kanada; böhmisch-bayrischer Wald (besonders bei Passau-Krumau, Abb. 74); Raspenau in Nordböhmen; Schweden; Finnland. Hislopit ist ein durch reichlichen Glaukonit grüngefärbter, körniger Kalkstein; Ostindien. Predazzit, ein weißer, körniger Kalkstein mit Hydromagnesit (nicht Brucit) in faserigen Pseudomorphosen nach Periklasoktaedern; Pencatit ist nur durch feinverteilten Magnetkies dunkelgrau gestreifter Predazzit; beide von Predazzo.

Verbreitung. Calcitmarmor bildet zahlreiche Lager, Linsen und stockartige Massen im Gneis, Glimmerschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, Phyllit der Gebiete kristalliner Schiefer; verhältnismäßig jung sind die Vorkommnisse von Carrara und der Gegend von Campiglia (Trias), von der Nordgrenze des Finsteraarhornstockes (Jura), von St. Béat in den Pyrenäen (Jura), von Attika (Kreide).



Abb. 74. Ophicalcit. Passau, Bayern. — Vergr. 20.

b) Dolomitmarmor, grob- bis feinkörnig, richtungslos oder schwach schieferig, ist meist gelblichweiß bis graugelblich, seltener rein weiß. Er enthält oft Albit (Alpen, Pyrenäen), Serpentin, Glimmer, Talk, Quarz, Grammatit, Turmalin u. a.

Dolomitmarmor bildet Lager und stockartige Massen im Gneis (Freiberg; südlicher Böhmerwald; Schwarzwald), im Glimmerschiefer und Phyllit (Fichtelgebirge, Erzgebirge, Riesengebirge).

	SiO_2	R_2O_3	$FeCO_3$	$MgCO_3$	$CaCO_3$	Rückst.	
1.	0,16	0,08	—	0,90	98,77	—	(99,91)
2.	—	—	0,31	9,30	90,20	0,55	(100,52)
3.	—	—	0,32	45,09	54,16	0,46	(100,03)

1. Calcitmarmor. Carrara, Italien.
2. „ Salten, Norwegen (mit 0,16 $MnCO_3$).
3. Dolomitmarmor. Ranen, Norwegen.

Aus stark verunreinigten, besonders aus kieselig-tonigen, eisenschüssigen Kalksteinen entstehen

12. KALKSILIKATGESTEINE.

Außer dem schon genannten Malakolithfels und Erlanfels gehören hierher



Abb. 75. Piemontitschiefer. Otakisan, Japan. Piemontitsäulchen, im Gebirgsdruck zerstückt; Quarz; wenig Muscovit. — Vergr. 15.



Abb. 76. Pyroxen-Granatfels. Greifendorf bei Roßwein, Sachsen. Vergr. 20.

Epidotgesteine: Glimmer-Epidotschiefer, tiefgrün und dünnblätterig, mit Epidot, Quarz, grünem Biotit und Eisenerzen aus Salzburg; Kalk-Pistazitschiefer mit Epidot, Calcit, Glimmer, bisweilen Quarz, Albit, Eisenerz aus Nordostböhmen; Piemontitschiefer, dunkelrot, mit Manganepidot (Piemontit), feinkörnigem Quarz, akzessorischem Sericit, Rutil, Granat, Orthoklas, Eisenglanz aus Japan (Abb. 75); ähnlich in Karien.

Skapolithfels, grau, feinkörnig bis dicht, neben Skapolith Tremolit und Augit führend, wurde aus Connecticut beschrieben; ein Wollastonit-Augit-Skapolithgestein mit Granat aus dem Dep. der Ariège; ein Wollastonit-Diopsidgestein aus dem Hererolande.

Wollastonitfels mit Granat, Malakolith, Vesuvian, Titanit, Skapolith in wechselvollen Kombinationen kennt man aus dem Schwarzwalde, aus Mähren, aus der Bretagne, aus Kalifornien.

Prehnitfels von Neustadt im Schwarzwalde enthält neben Prehnit und Albit etwas Granat, Epidot, Strahlstein.

Der schmutziggrüne bis lichtgraue Egeranschiefer (egeranführender Augitschiefer) von Haßlau in Böhmen besteht aus Augit, Egeran (Vesuvian), Quarz und Tremolit; auf Blatt Elster (Sachsen) führt das Gestein Augit, Quarz, Granat, stengeligen oder körnigen Egeran, Plagioklas, Apatit, Titanit, Pyrit.

Granatfels. Das körnige Gestein besteht vorwiegend aus rotem Granat, zu welchem Hornblende oder Epidot oder Augit (Abb. 76),

Quarz, Magnetit, ab und zu wenig Biotit, Muscovit, Titanit, Apatit, Calcit, Eisenglanz, Olivin, Vesuvian, Kupferkies treten. Das Gestein bildet Lager und Linsen von geringem Umfange im Gneis und Glimmerschiefer, begleitet von Granatamphibolit, Serpentin, oder von körnigem Kalkstein. — Mehrorts im Erzgebirge: Am Sauberge bei Ehrenfriedersdorf mit Hornblende; am Krebsberge ebendaselbst mit Epidot und wenig Zinkblende; bei Geyer mit Epidot und Quarz; am Kupferhübel mit Strahlstein, Magnetit, Augit, Biotit, Chlorit. Im Odenwalde (Hohe Waid) kolophoniumbraun, mit Quarz, Hornblende, Epidot, Calcit. Bei Prabsch im südlichen Böhmen mit Diallag und wenig Hornblende. Zu Pregratten in Tirol mit etwas Epidot und Calcit, hier wie in Piemont mit Serpentin verbunden. Im Dep. Var. Auf Elba.

Chemische Zusammensetzung:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	H_2O	
1.	62,60	12,30	9,40	—	0,72	14,10	0,43	—	0,16	(99,71)
2.	53,37	10,38	4,50	—	1,62	25,80	—	—	—	(99,67)
3.	46,70	3,25	7,40	—	1,26	40,18	—	—	0,17	(99,88)
4.	41,01	18,50	6,57	11,06	11,02	10,31	0,48	0,31	1,18	(100,44)

1. Epidotfels. Matamne River, Kanada.
2. Skapolithfels. Canaan, Connect, U. S. A. (mit 4,00 CO_2).
3. Wollastonitfels, granatführend. Blauda, Mähren (mit 0,92 CO_2).
4. Granatfels. Neustadt, Schwarzwald.

13. QUARZGESTEINE.

Quarzite und Quarzitschiefer der kristallinen Schieferreihe, körnig bis dicht, weiß, grau oder gelblich, von grobsplitterigem Bruche, bestehen wesentlich aus zackig ineinander greifenden Quarzkörnern. Auf Druckvorgänge sind zurückzuführen undulöse Auslöschung, Zerfall anscheinend einheitlicher Körner im polarisierten Lichte in mehrere, Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen und Sprünge, welche durch benachbarte Körner unverändert fortsetzen und im ganzen Präparate annähernd parallel verlaufen, vielleicht auch manches feinkörnige oder durch nachträgliche Umkristallisierung gröber gewordene Quarzmosaik zwischen den größeren Individuen; letztere sind zudem bei starker Pressung gestreckt. — Akzessorisch finden sich Muscovit, Chlorit, Talk, Graphit, Eisenerze (Magnetit, Eisenkies, Eisenglanz), Turmalin, Granat, Zirkon, Rutil, Epidot, Cyanit (in Wermland z. B. als zahlreiche kleine Körnchen, den Quarzitschiefer himmelblau färbend), Apatit (in der Gegend von Heidel-

berg bis zu 55 % als Linsen in einem graphithaltigen Quarzit), Sillimanit, seltener Augit, Amphibole u. a.

Die Gesteine bilden Linsen und Lager besonders im Glimmerschiefer und im Phyllit, weniger im Gneis.

14. SMIRGEL.

Smirgel ist ein schwarzes oder dunkelgraues, klein- bis feinkörniges Gemenge von vorwaltendem Korund und etwas Magnetit und Eisenglanz, auch mit Diaspor, Spinell, Rutil, Margarit, Chloritoid. Lager finden sich am Ochsenkopf bei Schwarzenberg (Sachsen) im Quarzphyllit; auf Naxos, Samos und bei Magnesia (Kleinasien) in oder neben körnigem Kalkstein im Glimmerschiefer; bei Chester in Massachusetts mit Chlorit-, Talk- und Hornblendeschiefer im Glimmerschiefer. Smirgel von Naxos ergab 2,41 SiO_2, 69,46 Al_2O_3, 19,08 Fe_2O_3, 2,81 CaO, 5,47 H_2O (99,23); von Chester 8,13 SiO_2, 77,82 Al_2O_3, 8,62 Fe_2O_3, 1,80 CaO, 3,11 H_2O (99,48).

Übersicht der metamorphen Gesteine

Art der Umwandlung	Eruptivgesteine: Granit, Syenit, Diorit, Porphyr, Porphyrit	Eruptivgesteine: Alkaligranit, Alkalisyenit, Eläolithsyenit	Eruptivgesteine: Gabbro, Diabasgesteine	Eruptivgesteine: Peridotite, Pyroxenite	Sedimentgesteine: Tuffe	Sedimentgesteine: Kieselgesteine	Sedimentgesteine: Tongesteine	Sedimentgesteine: Karbonatgesteine	Sedimentgesteine: Erzmassen (Braun-, Rot-, Spateisenstein)
Kontaktmetamorphose: pneumatolytisch	Greisen, Luxullianit, Turmalinquarzit, topasierter Quarzporphyr					Turmalinquarzit, Topasbrockenfels	Turmalinschiefer	Limurit, Datolithhornfels	
Kontaktmetamorphose: hydatothermisch			Hornblendeschiefer		Augit Epidot } - Skapolith Hornblendeschiefer	Fleck- u. Knotengrauwacke, Quarz-Glimmerfels bzw. -schiefer, Biotit-,Sillimanit-, Graphitquarzit Chiastolithschiefer	Fleck- u. Fruchtschiefer, Andalusit-Glimmerschiefer bzw. -fels, Cordierit-Andalusit-Hornfels, Chiastolithschiefer, Spilosit, Desmosit, Adinole	Marmor, Kalksilikatfelse	Magneteisenstein
Dynamometamorphose	Sericitschiefer, Sericitgneis, gepreßte Granite, Diorite usw. Porphyroide		Sericit-Hornbl.-schiefer, Sericit-Augitschiefer, Hornblende-Chloritschiefer, Chloritschiefer	Nephrit	Sericitschiefer, Chlorit-Hornblendeschiefer, Tuffporphyroide	Dattelquarzit		Kalkschiefer	
Regionalmetamorphose	Orthogneis, Granulit, Porphyr-Hälleflinta	Riebeckit- u. Arfvedsonitgneis, Forellengranulit, Jadeitit (?)	Ortho-Amphibolit, O.-Glaukophanschiefer, Ortho-Chloritschiefer, Ortho-Eklogit, Pyroxengranulit, O.-Granatfels	Strahlsteinschiefer. Talkschiefer, Ortho-Chloritschiefer, Serpentin	Paragneis, Tuffhälleflinta. Para-amphibol-, -glaukophan-, -chloritschiefer Para-Eklogit	Psammitgneis, Quarzglimmerschiefer, Quarzphyllit, Quarzit	Pelitgneis, Glimmerschiefer, Phyllit	Marmor, Kalksilikatgesteine, Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllit	Magneteisenstein, Itabirit

Anhang: Osannsche Werte *s*, *a*, *c*, *f*, *n*.

Gestein	Nr. auf Seite		*s*	*a*	*c*	*f*	*n*
Granit	1	7	83.53	14	0,5	3,5	5,5
"	2	"	76,90	10	4,5	5,5	7,3
"	3	"	77,33	10	7	3	4,2
"	4	"	76.28	10	5	5	8,2
"	5	"	82,36	14,5	4	1,5	4,2
"	6	"	69,34	6	2,5	11,5	3,5
"	7	"	67,73	6	1	13	4,0
"	8	"	79,32	15	2,5	2,5	7,0
Syenit	1	15	66,75	6	3,5	10,5	5,6
"	2	"	68,37	5,5	1.5	13	4,6
"	3	"	69.20	8.0	2.5	9,5	5,9
"	4	"	58,34	4,5	3	12,5	6.5
Diorit	1	19	58,77	3	4,5	12,5	7,5
"	2	"	68,55	3	4	13	7.5
"	3	"	74,05	6,5	7	6,5	7,2
"	4	"	72.33	4,5	6	9.5	8,6
"	5	"	65,74	4,5	5	10,5	8,2
"	6	"	56,41	2,5	3,5	14	8,0
Gabbro	1	22	52,27	1,5	3,5	15	9,2
"	2	"	55,08	2,5	7,5	10	9,5
"	3	"	49,90	1	4,5	14,5	9,0
"	4	"	43.34	1	5	14	8,0
"	5	"	60,00	4	7,5	8,5	9,2
Norit	6	"	50,43	1	5	14	5,3
Forellenstein	—	23	51,88	0,5	9,5	10	8,2
Anorthosit	1	24	61,60	8	11	1	9,0
"	2	"	62,59	5,5	12,5	2	9,0
Mangerit	—	"	71,51	14,5	3,5	2	5,6
Dunit	1	27	35,17	0	0	20	—
Wehrlit	2	"	46,25	0,5	0,5	19	7,5
"	3	"	37,57	0,5	0,5	19	—
Harzburgit	4	28	34,60	0	0.5	19,5	—
Lherzolith	5	"	41;24	0	1	19	—
Hbl.-Peridotit . . .	6	"	42,66	0,5	1	18,5	2,7
" . . .	7	"	43,73	0	1	19	—
Gl.-Peridotit . . .	8	"	40.03	1,5	1	17,5	0.5
Diallagit	1	29	43,71	0	1	19	—
Websterit	2	"	49.55	0	0	20	(10)
Ariégit	3	"	46,31	0,5	4	15,5	6,7
"	4	"	44,76	1	4	15	8,4
Avezakit . . . . . ,	5	"	38,99	0	2 5	17,5	7,8
Hornblendit	1	"	43.18	0	6,5	13,5	—
"	2	"	46.55	0,5	2,5	17	8,0
Magnetitfels	1	30	27,38	0	0,5	19,5	—
"	2	"	3,70	0	0,5	19,5	—

Gestein	Nr. auf Seite		s	a	c	f	n
Granitporphyr . . .	1	33	78,96	11,5	3,5	5	5,1
„ . . .	2	„	75,71	8	1	11	4,9
„ . . .	3	„	72,53	9,5	3,5	7	2,4
„ . . .	4	„	71 80	11	0	9	5,2
Syenitporphyr . . .	1	34	68,74	5	7	8	5,5
„ . . .	2	„	73,38	6	2	12	4,1
„ . . .	3	„	68 77	6,5	3,5	10	4,1
Dioritporphyrit . . .	1	35	71,08	6,5	3,5	10	6,3
„ . . .	2	„	69,17	6,5	4,5	9	8,0
„ . . .	3	„	55,27	3	2	15	6,2
„ . . .	4	„	61,84	4	4	12	7,9
Gabbroporphyrit . .	1	„	55,00	2,5	3	14,5	6,7
„ . . .	2	„	47,05	1	2,5	16,5	9,2
Granitaplit	1	37	83,24	15	2,5	2,5	4,4
„	2	„	82,20	15,5	0	4,5	5,7
Alsbachit	3	„	80,25	10,5	3	6,5	7,6
Syenitaplit	—	„	70,92	7,5	0,5	12,0	5,7
Dioritaplit	1	38	79,14	12,5	0,5	7	6,9
„	2	„	75,76	9	8	3	9,1
Plagiaplit	3	„	66,88	8,5	8,5	3	9,6
Albitit	4	„	73,82	17,5	0	2,5	9,9
Gabbroaplit	1	39	54,44	3	12,5	4,5	8,3
Beerbachit	2	„	52,33	3,5	4,5	12	9,6
Minette	1	40	64,92	5	1,5	13,5	3,9
„	2	„	64,16	3,5	3	13,5	3,4
„	3	„	58,81	4	2	14	5,0
Vogesit	1	41	55,20	2,5	1,5	16	5,4
„	2	„	51,66	3	0,5	16,5	6,3
Kersantit	1	42	56,49	4	2,5	13,5	5,8
„	2	„	54,92	3,5	1,5	15	7,6
„	3	„	61,78	5	2	13	5,1
Spessartit	1	43	58,60	4	1	15	6,2
„	2	„	55,19	3	3,5	13,5	6,4
Malchit	3	„	69,59	7	4,5	8,5	7,0
„	4	„	62,33	5,5	5	9,5	6,1
Garewait	—	„	40,09	0,5	0,5	19	8,0
Rhyolith	1	47	82,06	11,5	4,5	4	5,4
„	2	„	80,67	10,5	3	6,5	3,5
„	3	„	80,68	14,5	0,5	5	6,8
„	4	„	82,05	12,5	2,5	5	5,1
„	5	„	80,56	15,5	0,5	4	6,6
Quarzporphyr . . .	1	49	82,42	14,5	1,5	4	5,3
„	2	„	81,95	12	1,5	6,5	3,7
„	3	„	80,99	15	1,5	3,5	4,7
„	4	„	77,6	11,5	1,5	7	5,5
„	5	„	72,3	9	2	9	5,9
Quarzkeratophyr . .	1	51	82,49	16	1	3	6,4
„ . .	2	„	81,96	10	5,5	4,5	8,1
Rhyolith-Obsidian . .	1	54	81,70	14,5	2	3,5	6,0
„ „ . .	2	„	80,34	12	0	8	7,8
„ -Bimsstein .	3	„	81,00	11	3,5	5,5	2,6
„ -Perlit . .	4	„	80,76	10	2,5	7,5	2,6
Porphyr-Pechstein .	5	„	84,04	13	4	3	4,9

Gestein	Nr.	auf Seite	*s*	*a*	*c*	*f*	*n*
Trachyt	1	55	74,09	14,5	1,5	4	5,7
„	2	„	70,97	8,5	1,5	10	6,6
„	3	„	72,48	8	4,5	7,5	4,3
„	4	„	65,16	4	7	9	5,7
Orthoklasporphyr	1	56	72,07	6,5	5,5	8	7,0
„	2	„	69,73	11	1	8	5,7
„	3	„	67,97	7	1	12	2,9
Keratophyr	1	57	69,22	12	0	8	7,9
„	2	„	67,54	8,5	1,5	10	6,5
„	3	„	67,12	9,5	1	9,5	1,5
Dacit	1	58	75,36	9	5	6	6,7
„	2	„	74,35	9	1,5	9,5	8,4
„	3	„	73,88	11	4,5	4,5	6,6
„	4	„	71,42	6,5	4,5	9	8,1
„	5	„	70,59	4	7	9	7,1
Quarzporphyrit	1	59	77,23	12	3	5	6,0
„	2	„	77,24	8	4,5	7,5	4,7
(Pechstein)	3	„	77,32	7,5	5	7,5	8,8
„	4	„	70,87	5,5	6,5	8	7,6
Andesit	1	61	76,75	7,5	5	7,5	5,3
„	2	„	71,10	5,5	6	8,5	8,1
„	3	„	68,21	4,5	4,5	11	6,7
„	4	„	68,34	6,5	4,5	9	7,1
„	5	„	67,06	6,5	4,5	9	4,2
„	1	62	72,42	7	2	11	7,4
„	2	„	68,29	5,5	6	8,5	8,2
„	3	„	65,98	3	4	13	7,4
„	4	„	65,31	3,5	4,5	12	6,4
„	5	„	64,30	3	5	12	8,6
„	6	„	58,66	3	4	13	7,3
Porphyrit	1	65	71,06	5,5	5	9,5	8,1
„	2	„	68,39	6,5	5,5	8	7,0
„	3	„	62,03	4	3	13	4,9
„	1	67	69,01	6,5	5	8,5	6,6
„	2	„	67,10	5	7,5	7,5	6,6
„	3	„	66,76	5,5	3,5	11	9,3
„	4	„	60,34	3,5	3,5	13	6,9
„	5	„	61,00	5,5	4	10,5	6,3
Plagioklasbasalt	1	70	53,51	1,5	5,5	13	9,0
„	2	„	53,85	1	8,5	10,5	8,5
„	3	„	55,10	1,5	3,5	15	8,5
„	4	„	57,39	3	4	13	8,7
„	5	„	57,90	2,5	5	12,5	7,7
„	6	„	60,88	3	4	13	7,4
Diabas	1	74	50,49	2	4,5	13,5	8,9
„	2	„	59,84	2	3	15	6,6
„	3	„	55,41	2,5	2	15,5	7,5
„	4	„	52,46	1	4,5	14,5	8,4
„	5	„	52,50	2,5	2,5	15	8,0
Olivindiabas	6	„	54,16	2	2,5	15,5	8,5
Variolit	7	„	57,09	2,5	2	15,5	8,0
Wichtisit	8	„	57,99	2	2,5	15,5	(10)

Gestein	Nr. auf	Seite	s	a	c	f	n
Melaphyr	1	78	58,76	2,5	4	13,5	7,3
"	2	"	58,27	3	4,5	12,5	7,9
"	3	"	56,07	2	3,5	14,5	7,5
"	4	"	58,13	3	4	13	7,9
Pikrit	1	79	44,84	0	1	19	—
"	2	"	39,52	0	1,5	18,5	7,5
"	3	"	37,90	0	1	19	—
Alkaligranit	1	82	83,87	14,5	1	4,5	5,3
"	2	"	82,29	16	0,5	3,5	6,3
"	3	"	80,83	12,5	0	7,5	5,3
"	4	"	84,11	14	0	6	6,0
"	5	"	80,16	13,5	0	6,5	6,1
"	6	"	76,23	10,5	0	9,5	8,7
Alkalisyenit	1	86	65,82	7	2	11	5,3
"	2	"	58,82	4,5	1,5	14	5,9
"	3	"	55,27	8,5	2	9,5	7,7
"	4	"	66,33	9,5	4	6,5	6,6
"	5	"	66,53	7	4	9	7,3
"	6	"	65,60	11	2	7	5,4
"	7	"	71,68	13,5	0,5	6	6,2
"	8	"	71,05	14	0,5	5,5	6,1
"	9	"	67,44	11,5	0	8,5	6,4
"	10	"	71,52	14,5	0,5	5	6,8
Eläolithsyenit . . .	1	90	63,03	10	0,5	9,5	7,1
" . . .	2	"	65,30	17	1	2	7,5
" . . .	3	"	67,07	15	0,5	4,5	6,8
" . . .	4	"	64,08	14,5	0	5,5	6,5
" . . .	5	"	61,70	12	0	8	7,7
" . . .	6	"	58,67	18,5	0	1,5	8,4
Urtit	7	"	54,28	17,5	0	2,5	8,8
Leucitsyenit	8	"	59,72	10,5	0	9,5	6,3
Shonkinit	1	91	53,08	3,5	0,5	16	4,4
"	2	"	54,46	4	1	15	4,9
Malignit	3	"	56,96	6,5	0	13,5	6,9
Essexit	1	92	57,17	5,5	2	12,5	7,4
"	2	"	57,32	5,5	2	12,5	7,8
"	3	"	59,45	5,5	3	11,5	6,6
Theralith	1	93	48,91	4,5	0,5	15	6,8
"	2	"	49,52	3,5	0,5	16	8,2
"	3	"	51,07	3	1,5	15,5	8,3
Ijolith	1	94	48,99	6	1	13	9,0
Bekinkinit	2	"	48,07	2	2	16	8,9
Fergusit	1	95	58,14	5,5	0,5	14	2,8
Missourit	2	"	47,75	2	0,5	17,5	3,7
Alk.-Pyroxenit . . .	1	95	44,24	0,5	0,5	19	3,8
" -Peridotit . . .	2	"	31,42	0	0	20	7,7
Alk.-Granitporphyr .	1	97	80,50	14,5	0	5,5	5,8
" -Syenitporphyr .	2	"	72,54	11,5	1,5	7	5,8

Gestein	Nr. auf Seite		*s*	*a*	*c*	*f*	*n*
Monzonitporphyr . .	3	97	62,91	8,5	3	8,5	4,5
Eläolithporphyr . . .	4	"	62,72	14	0,5	5,5	6,7
Shonkinitporphyr . .	5	"	59,84	6	1	13	4,0
Ijolithporphyr . . .	6	"	54,89	10	0	10	8,1
Paisanit	1	99	82,34	15	0	5	5,5
Grorudit	2	"	82,06	14,5	0	5,5	6,3
Nordmarkitaplit . .	3	"	74,75	17,5	0	2,5	6,7
Monzonitaplit . . .	4	"	74,03	10,5	2	7,5	4,7
Quarzbostonit . . .	5	"	78,32	15	0,5	4,5	6,0
Foyaitaplit	6	"	65,79	16,5	0	3,5	6,5
Tinguait	7	"	65 10	18	0	2	6,8
Leucittinguait . . .	8	"	62,55	12	0	8	5,8
Camptonit	1	102	51,34	3	2,5	14,5	9,8
Monchiquit	2	"	50,07	1,5	4,5	14	7,0
"	3	"	53,69	5	1	14	7,4
Alnöit	4	"	30,31	1,5	1	17,5	5,0
Comendit	1	103	81,21	14,5	0	5,5	5,7
"	2	"	78,19	15	0	5	7,2
Pantellerit	3	"	73,22	11	0	9	7,9
"	4	"	75,98	14	0	6	7,0
Alk.-Rhyolith . . .	5	"	81,27	17	1	2	8,6
" . . .	6	"	77,85	13,5	0,5	6	7,2
Alkali-Trachyt . . .	1	106	77,71	15	0	5	6,5
" . . .	2	"	70,84	11,5	0,5	8,5	6,3
" . . .	3	"	70,87	15,5	0	4,5	6,6
" . . .	4	"	72,86	14	2	4	7,0
" . . .	5	"	73,65	12	1,5	6,5	6,6
" . . .	6	"	64,91	8,5	2	9,5	5,5
Rhombenporphyr . .	7	"	66,44	10,5	3,5	6	7,4
" . .	8	"	63,61	12,5	0	7,5	7,0
Phonolith	1	110	68,49	15,5	0	4,5	5,9
"	2	"	66,02	11	1	8	6,8
"	3	"	63,42	15	0	5	7,2
"	4	"	64,41	12,5	1,5	6	4,1
"	5	"	60,05	11	0	9	6,9
"	6	"	53,80	5,0	2,5	12,5	7,6
Trachyandesit . . .	1	112	70,14	7,5	4,5	8	7,0
" . . .	2	"	63,80	10,5	2,5	7	7,2
" . . .	3	"	62,16	5	4	11	5,0
" . . .	4	"	64,39	5	4	11	5,8
Trachybasalt	1	115	60,56	8,5	1	10,5	7,6
"	2	"	50,34	3,5	1,5	15	6,1
"	3	"	47,34	2	2	16	7,5
"	4	"	57,18	0,5	0,5	16,5	7,4
"	5	"	56,29	2	2	15	8,0
Essexitdiabas . . .	6	"	60,04	2,5	2,5	11	7,4

Gestein	Nr.	auf Seite	*s*	*a*	*c*	*f*	*n*
Nephelinbasanit . .	1	116	51,42	2	2	16	7,3
" . .	2	"	56,70	4	2,5	13,5	8,5
Nephelintephrit . . .	3	"	53,38	3	4	13	6,3
" . . .	4	"	66,18	11,5	2	6,5	7,1
Leucitbasanit . . .	1	118	52,81	4	3	13	3,9
Leucittephrit . . .	2	"	59,68	8	3	9	2,3
" . . .	3	"	54,19	4	1,5	14,5	6,3
Nephelinbasalt . . .	1	119	45,61	2	2	16	6,9
" . . .	2	"	48,23	2,5	3	14,5	7,9
" . . .	3	"	47,94	3	1,5	15,5	7,4
Nephelinit	4	"	49,70	4	1,5	14,5	7,9
"	5	"	47,98	6,5	0	13,5	8,1
Leucitbasalt	1	120	50,44	2,5	1,5	16	5,9
"	2	"	46,53	1,5	4	14,5	4,0
Leucitit	3	"	51,03	4,5	1	14,5	2,7
"	4	"	60,05	9,5	1	9,5	5,2
Melilithbasalt . . .	1	122	37,87	2	0	18	8,04
" . . .	2	"	36,50	1	1	18	—
Limburgit	1	122	45,36	1	1	18	8,5
"	2	"	46,29	2,5	1	16,5	8,8
Augitit	3	"	48,71	2	1	17	8,6
"	4	"	48,96	4	1	15	7,7
Verit	—	123	59,63	3,5	2,0	14,5	8,6

SACHVERZEICHNIS